



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

13.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Горные машины и оборудование

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	4

Магнитогорск
2023 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 Горных машин и транспортно-технологических комплексов

10.02.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

13.03.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМиТТК, д-р техн. наук  Першин Г.Д.

Рецензент:

Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК" ГМиТТК,  С.В. Немков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Физика горных пород» является обучить будущих специалистов знаниям по классификации горных пород, параметрам состояния горных массивов.

Задачи дисциплины – дать обучающемуся знания о закономерности изменения свойств горных пород под воздействием физических полей

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физика горных пород входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Геология

Физика

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

Геодезия и маркшейдерия

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика горных пород» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-5	Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов
ОПК-5.1	Анализирует физико-географические, природно-геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические условия, влияющие на состояние массива горных пород
ОПК-5.2	Оценивает и прогнозирует геомеханические процессы в процессе строительстве и эксплуатации подземных объектов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 10,6 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 124,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Общие сведения о физике горных пород								
1.1 1. История развития физики горных пород. Цель изучения физико-технических свойств горных пород и происходящих в них процессов. Значение физики горных пород для смежных дисциплин и производства. Роль советских и зарубежных ученых в развитии физики горных пород. Круг проблем, требующих знания физики горных пород и процессов	4	0,5			14	самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций	Устный опрос	ОПК-5.1, ОПК-5.2
1.2 1.1 Минерально-петрографические основы физики горных пород Состав и строение горных пород. Плотность, пористость, трещиноватость, влажность, объемная масса. Классификация физико-технических свойств горных пород. Базовые физико-технические параметры пород. Изотропность и анизотропность свойств пород. Виды воды в породе, весовая и объемная влажность, коэффициент водонасыщения		0,5			14	самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций	Устный опрос	ОПК-5.1, ОПК-5.2

Итого по разделу		0,5	0,5		28			
2. Раздел Физико-технологические параметры горных пород	2.							
2.1 2.1 Механические свойства и процессы в горных породах Напряжения и деформации в горных породах. Управление связями между упругими напряжениями и деформациями. Упругие и пластические свойства пород. Зависимость упругих и свойств пород от минерального состава, плотности, пористости, строения. Реологические свойства пород. Ползучесть горных пород. Релаксация напряжений в горных породах. Длительная прочность пород. Роль упругих и пластических свойств пород в процессе их деформации и разрушения. Методы определения деформаций и напряжений. Пластические свойства пород. Модули деформации. Влияние минерального состава. Физическая природа прочности пород. Теории прочности. Дефекты в породах, их роль в формировании напряжений, влияние на прочность горных пород. Пределы пород при сжатии, растяжении, сдвигении. Угол внутреннего трения, сцепления горных пород. Зависимость прочностных свойств пород от минерального состава и строения. Значение прочностных свойств пород в процессе их разрушения и упрочнения	4	0,5	0,5	2	10	конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций	Контрольная работа № 1	ОПК-5.1, ОПК-5.2

<p>2.2 2.2 Акустические свойства и процессы в горных породах Упругие колебания в породах. Акустические параметры горных пород. Поглощение, отражение и преломление упругих волн в массивах горных пород. Зависимость акустических параметров от пористости, состава и строения пород. Методы изучения акустических свойств пород. Использование акустических свойств пород для изучения неоднородности массива, напряженного состояния и трещиноватости</p>		0,5			10	<p>конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций</p>	<p>Контрольная работа № 1</p>	<p>ОПК-5.1, ОПК-5.2</p>
<p>2.3 2.3 Тепловые свойства и процессы в горных породах Физические основы накопления и распространения тепла в горных породах. Тепловые свойства пород: теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность, тепловое расширение пород. Зависимость тепловых свойств от плотности, пористости и слоистости пород. Тепловые свойства массивов. Тепловые свойства рыхлых пород. Методы измерения тепловых свойств на образцах и в горном массиве</p>		0,5			14	<p>конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций</p>	<p>Контрольная работа № 1</p>	<p>ОПК-5.1, ОПК-5.2</p>

<p>2.4 2.4 Электрические свойства и процессы в горных породах Понятие удельной электропроводности. Теория электропроводности твердых тел. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Типы носителей тока. Дырочная и электронная электропроводность минералов-полупроводников. Определение типа носителей тока в минералах-полупроводниках. Закономерности изменения термоэдс минералов на рудных месторождениях. Классификация минералов по удельному электрическому сопротивлению</p>				14	<p>конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций</p>	<p>Контрольная работа № 1</p>	<p>ОПК-5.1, ОПК-5.2</p>
<p>2.5 2.5 Магнитные свойства и процессы в горных породах Магнитные свойства пород. Зависимость магнитных свойств пород от содержания минералов, структуры и внешних условий. Методы измерения магнитных свойств горных пород на образцах и в массиве</p>				14	<p>конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций</p>	<p>Контрольная работа № 1</p>	<p>ОПК-5.1, ОПК-5.2</p>
<p>2.6 2.6 Радиационные свойства горных пород Радиоактивность пород. Радиоактивные минералы. Воздействия излучений. Поглощение излучений. Методы и аппаратура определения радиоактивности пород. Радиационные методы в процессах добычи полезных ископаемых, обогащения, в доразведке месторождений, автоматизации производственных процессов</p>				15	<p>конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций</p>	<p>Контрольная работа № 1</p>	<p>ОПК-5.1, ОПК-5.2</p>
<p>Итого по разделу</p>	1	1	2	77			
<p>3. Раздел 3. Физические процессы горного производства</p>							

<p>3.1 3.1 Горно-технологические характеристики горных пород Горные породы как объект разработки. Технологические показатели скальных, полускальных, плотных, мягких и сыпучих пород. Крепость, твердость, вязкость, дробимость, взрываемость, абразивность пород, сопротивляемость резанию пород. Разрушенные породы. Технологические показатели разрыхленных горных пород</p>	4		0,5		10,7	<p>конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций</p>	Устный опрос	ОПК-5.1, ОПК-5.2
<p>3.2 3.2 Процессы получения информации о свойствах, составе и состоянии массивов горных пород Общие сведения. Качество полезного ископаемого и его контроль. Определение и контроль состава полезных ископаемых. Процессы обогащения полезных ископаемых. Скважинные (геотехнологические) методы добывания полезных ископаемых.</p>		0,5	2	9		<p>конспектирование лабораторной работы; самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций</p>	Устный опрос	ОПК-5.1, ОПК-5.2
Итого по разделу		0,5	0,5	2	19,7			
Итого за семестр		2	2	4	124,7		экзамен	
Итого по дисциплине		2	2	4	124,7		экзамен	

5 Образовательные технологии

Преподавание курса предполагается вести преимущественно в традиционной форме: лекции, практические занятия. Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная технология.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Преподаватель должен так организовать лекцию, чтобы на ней была двухсторонняя деятельность: с одной стороны – активная сознательная работа обучающийся, с другой – управляющее воздействие преподавателя.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование современного мультимедийного оборудования (проекторов, персональных компьютеров) для более четкого и наглядного восприятия учебного материала.

В ходе проведения всех практических занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и контрольной работы; использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: MS Word, MS Excel, MS Power Point;

В процессе преподавания дисциплины широко используются современные технические средства обучения.

Текущий, промежуточный и рубежный контроль проводится в виде беседы и обсуждения заданий индивидуальной научно-исследовательской работы

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. Новик Г.Я., Ржевский В.В. Основы физики горных пород. – М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2010. – 360 с.

б) Дополнительная литература:

1. А.К. Порцевский, Г.А. Катков. Основы физики горных пород, геомеханики и управления состоянием массива. – М.: МГГУ, 2004. – 120 с.

2. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1994.

3. Новик Г.Я. Лабораторные работы по курсу «физики горных пород. Управление горным давлением». М.: МГИ. Ч.1, 1986; Ч.II, 1986; Ч.III, 1987.

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
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:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации, проекторы для лучшего восприятия лекционного материала.

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

По дисциплине «Физика горных пород» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса. Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

1) Изучение теоретического материала в форме:

- Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме
- Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).

Остаточные знания определяются результатами сдачи экзамена.

2) Подготовка к лабораторным занятиям и выполнение лабораторных работ.

3) Выполнение тестовых заданий на укрепление теоретического лекционного материала.

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в разделе 7.

Темы для проверки самостоятельной работы студентов

1. Механические свойства образцов горных пород. Общие положения.
2. Хрупкость и пластичность пород.
3. Термические напряжения в горных породах.
4. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец.
5. Плотностные свойства пород.
6. Твердость горных пород.
7. Магнитные свойства образцов горных пород.
8. Классификация горно-технологических свойств пород.
9. Напряжения и деформации в породах.
10. Вязкость, дробимость и абразивность пород.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для промежуточной аттестации

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
ОПК-5: Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов		
ОПК-5.1	Анализирует физико-географические, природно-геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические условия, влияющие на состояние массива горных пород	<p align="center">Вопросы для подготовки к контрольной работе № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет физики горных пород. 2. Плотностные свойства горных пород. 3. Цели и задачи физики горных пород. 4. Упругие свойства горных пород. 5. Пластические свойства горных пород. 6. Типы горных пород. 7. Прочностные свойства горных пород. 8. Трещиноватость горных пород. 9. Реологические свойства горных пород. 10. Методы физики горных пород. 11. Паспорт прочности горных пород. 12. Напряжения в породах. 13. Горные породы. 14. Теория прочности Мора. 15. Пористость горных пород. 16. Реологические модели различных сред. 17. Классификация физико-технических свойств горных пород. 18. Деформации в породах.
ОПК-5.2	Оценивает и прогнозирует геомеханические процессы в процессе строительстве и эксплуатации подземных объектов	<p align="center">Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</p> <p align="center">Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Минералы и горные породы их строение и состав. 2. Механические свойства горных пород. 3. Термические свойства горных пород. <p align="center">Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец. 2. Плотностные свойства пород. 3. Твердость горных пород. <p align="center">Билет №3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация горно-технологических свойств пород. 2. Напряжения и деформации в породах.

		<p>3. Радиационные свойства образцов горных пород.</p> <p style="text-align: center;">Билет №4</p> <p>1. Базовые физико-технические параметры пород. 2. Изотропность и анизотропность горных пород. 3. Упругие колебания в массивах горных пород.</p> <p style="text-align: center;">Билет №5</p> <p>1. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства. 2. Пластические и реологические свойства пород. 3. Жидкости и газы в породах.</p>
--	--	---

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика горных пород» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и лабораторные задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме защиты лабораторных работ и написании тестовых заданий.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- 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.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

Билет №1

1. Минералы и горные породы их строение и состав.
2. Механические свойства горных пород.
3. Термические свойства горных пород.

Билет №2

1. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец.
2. Плотностные свойства пород.
3. Твердость горных пород.

Билет №3

1. Классификация горно-технологических свойств пород.
2. Напряжения и деформации в породах.
3. Радиационные свойства образцов горных пород.

Билет №4

1. Базовые физико-технические параметры пород.
2. Изотропность и анизотропность горных пород.
3. Упругие колебания в массивах горных пород.

Билет №5

1. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства.
2. Пластические и реологические свойства пород.
3. Жидкости и газы в породах.

Билет №6

1. Строение, состав и состояние разрыхленных горных пород
2. Влияние состава и строения пород на их упругие свойства.
3. Классификация горных пород по крепости

Билет №7

1. Прочность образцов горных пород.
2. Вязкость, дробимость и абразивность пород.
3. Поляризация горных пород

Билет №8

1. Механические модели деформирования тел.
2. Теплопроводность и температуропроводность пород
3. Трещиноватость горных пород

Билет №9

1. Твердость горных пород и минералов.
2. Акустические свойства образцов горных пород.
3. Теплоемкость пород.

Билет №10

1. Классификация пород по физическим свойствам.
2. Крепость горных пород.

3. Тепловое расширение.

Билет №11.

1. Влияние внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства пород.
2. Классификация рыхлых пород.
3. Влияние увлажнения на горные породы.

Билет №12

1. Физико-технические параметры разрыхленных пород.
2. Напряжения и деформации в горных породах
3. Предмет и методы физики горных пород

Билет №13

1. Хрупкость и пластичность пород.
2. Магнитные свойства образцов горных пород.
3. Физико-технические параметры горных пород в массиве.

Билет №14

1. Упругие свойства пород.
2. Пористость горных пород
3. Перемещение жидкостей и газов в породах

Билет №15

1. Воздействие внешних полей на свойства горных пород.
2. Работа и показатели трудности разрушения
3. Распространение и накопление тепла в породах

Билет №16

1. Влияние минерального состава и строения пород на их прочность
2. Общие сведения о взаимосвязи свойств пород.
3. Свойства пород как источники информации.

Билет №17

1. Электропроводность горных пород.
2. Строение, состав и состояние породных массивов.
3. обнаружение включений и опасных зон в массивах горных пород

Билет №18

1. Классификация горно-технологических свойств горных пород
2. Задачи и разделы физики горных пород
3. Физические процессы в горных породах

Билет №19

1. Классификации горных пород
2. Абразивность горных пород
3. Акустические характеристики горных пород

Билет №20

1. Крепость горных пород. Методы определения коэффициента крепости
2. Классификация и паспортизация горных пород по физическим свойствам
3. Использование магнитных свойств пород в горном производстве

Методическое обеспечение

1. Угольников В.К., Угольников Н.В., Симонов П.С. Физика горных пород. Лабораторный практикум по одноименной дисциплине специальности 130408, 130403, Ч1, Ч2. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2009.
2. Угольников В.К., Симонов П.С. Магнитные свойства горных пород. Магнитогорск: МГТУ, 2002.
3. Маляров И.П., Угольников В.К., Кашапов З.М. Акустические свойства горных пород. Магнитогорск: МГМА, 1994.