

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 09.07.2023 17:12:33

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Лабораторные методы структурной диагностики геоматериалов

Закреплена за подразделением Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля

Направление подготовки 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО  
ПРОИЗВОДСТВА

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 76

Формы контроля в семестрах:  
зачет с оценкой 10

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дтн, Профессор, Черепецкая Е.Б.*

Рабочая программа

**Лабораторные методы структурной диагностики геоматериалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, 21.05.05-СФП-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля**

Протокол от 25.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Винников В.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Сформировать у студентов базовые знания о лабораторной диагностике структуры геоматериалов и развить навыки самостоятельного выбора методов структурной диагностики образцов геоматериалов с целью использования их при рациональных способах ведения и управления процессами горного производства.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Геомеханическое обеспечение подземного строительства	
2.1.2	Горная теплофизика	
2.1.3	Методы и средства геоконтроля	
2.1.4	Радиационный контроль и безопасность технологических процессов в горном деле	
2.1.5	Системы позиционирования и методы дистанционного зондирования Земли	
2.1.6	Горная геофизика	
2.1.7	Основы механики разрушения	
2.1.8	Физико-технический контроль минерального сырья, продукции и отходов предприятий горной промышленности	
2.1.9	Геомеханические процессы	
2.1.10	Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг	
2.1.11	Неразрушающий контроль и диагностика горношахтного и нефтегазового оборудования	
2.1.12	Физико-химические методы исследования геоматериалов	
2.1.13	Измерения в физическом эксперименте	
2.1.14	Иностранный язык	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Аппаратурное обеспечение геомеханических измерений	
2.2.2	Взрывное разрушение горных пород	
2.2.3	Геофизические исследования скважин	
2.2.4	Измерение быстропротекающих процессов	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика	
2.2.7	Прикладные аспекты геомеханики	
2.2.8	Программное обеспечение геомеханических расчетов	
2.2.9	Теория и практика георадиолокации	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами</b>
<b>Знать:</b>
ПК-5-32 существующие экспериментальные методы для определения трещиноватости, пористости и других параметров гетерогенных сред
ПК-5-31 существующие экспериментальные методы контроля структуры и свойств образцов горных пород
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 основные лабораторные методы структурной диагностики, необходимые для решения прикладных задач горной отрасли
<b>ПК-1: готовность демонстрировать владение физико-техническими методами и средствами получения информации о характеристиках минерального сырья и готовой продукции, об объектах и процессах горного производства, необходимой для эффективного и безопасного ведения горных работ, строительства и эксплуатации подземных сооружений</b>

<b>Знать:</b>
ПК-1-31 основные фундаментальные понятия в области методов структурной диагностики гетерогенных сред, включая горные породы
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У2 выбирать экспериментальные методы, результаты которых необходимы для моделирования процессов обогащения и переработки сырья
<b>ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 осуществлять постановку задач для определения необходимых характеристик гетерогенных сред
ПК-5-У2 выбирать экспериментальные методы изучения структурных особенностей гетерогенных сред
<b>ПК-1: готовность демонстрировать владение физико-техническими методами и средствами получения информации о характеристиках минерального сырья и готовой продукции, об объектах и процессах горного производства, необходимой для эффективного и безопасного ведения горных работ, строительства и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У2 Выбирать наиболее эффективные методы для каждой конкретной задачи
ПК-1-У1 оценивать потенциальные возможности, достоинства и недостатки различных экспериментальных методов контроля структуры гетерогенных сред
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 применять лабораторные методы контроля структуры образцов горных пород, результаты которых применимы к технологическим процессам добычи и переработки полезных ископаемых
<b>ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 методами сопоставления результатов численного моделирования и экспериментальных данных
ПК-5-В2 методами поиска и анализа информации по применению конкретных экспериментальных методов
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В2 методами выбора на основе полученных результатов оптимальных режимов работы оборудования
ПК-2-В1 лабораторными методами структурной диагностики применительно к технологическим процессам добычи и переработки полезных ископаемых
<b>ПК-1: готовность демонстрировать владение физико-техническими методами и средствами получения информации о характеристиках минерального сырья и готовой продукции, об объектах и процессах горного производства, необходимой для эффективного и безопасного ведения горных работ, строительства и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 современными методами экспериментальных исследований изучения структуры и свойств гетерогенных сред
ПК-1-В2 методами экспериментального исследования структурных особенностей гетерогенных сред

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Классификация методов</b>							
1.1	Классификация и применение методов и средств исследования и контроля структуры гетерогенных материалов, включая образцы горных пород /Лек/	10	2	ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.1			
1.2	Основные свойства гетерогенных сред /Пр/	10	2	ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1			
1.3	Изучение основных характеристик современных электронных микроскопов /Ср/	10	16	ПК-1-В1 ПК-1-В2				
	<b>Раздел 2. Электронная микроскопия</b>							
2.1	Сканирующая электронная микроскопия Просвечивающая электронная микроскопия Силовая туннельная микроскопия /Лек/	10	8	ПК-5-32	Л1.1			
2.2	Подготовка образцов для исследования на сканирующем электронном микроскопе Исследование геометрических размеров зерен образцов горных пород различных генотипов. Определение геометрических параметров пор и поверхностной пористости /Лаб/	10	2	ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1			
2.3	Расчет напряжения ускоряющих полей в электронных микроскопах и длин волн де Бройля электронов /Пр/	10	2	ПК-5-У1 ПК-5-У2	Л1.1			
	<b>Раздел 3. Рентгеноспектральный микроанализ</b>							
3.1	Рентгеноспектральный микроанализ: аппаратура и основные принципы метода /Лек/	10	8	ПК-2-31	Л1.1			
3.2	Определение элементного состава геоматериала на электронном сканирующем микроскопе /Лаб/	10	4	ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1			
3.3	Перспективы использования терагерцового излучения для диагностики структуры гетерогенных сред, включая горные породы /Ср/	10	15	ПК-2-У1 ПК-2-У2				

	<b>Раздел 4. Основные типы взаимодействия вещества с излучением</b>							
4.1	Применение различных спектральных диапазонов для диагностики структуры и свойств гетерогенных материалов на различных масштабных уровнях /Лек/	10	2	ПК-1-31	Л1.1			
4.2	Оптическая и ИК-спектроскопия, комбинационного рассеяния спектроскопия.. Люминесцентная спектроскопия. Терагерцовая спектроскопия /Лаб/	10	2	ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1			
4.3	Изучение процесса отражения оптико=акустического импульса от границы раздела сред /Ср/	10	15	ПК-1-У1				
4.4	Расчет необходимых длин электромагнитных волн для диагностики разномасштабных неоднородностей /Пр/	10	4	ПК-1-У2				
	<b>Раздел 5. Методы лазерно-ультразвуковой структуроскопии</b>							
5.1	Изучение структурной схемы лазерно-ультразвукового дефектоскопа /Ср/	10	15					
5.2	Схемы лазерно-ультразвуковых преобразователей /Ср/	10	15					
5.3	Расчет временных профилей и спектров оптико-акустических сигналов. /Пр/	10	4	ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1			
5.4	Основы термоупругого эффекта при лазерном возбуждении ультразвука. Метод передаточных функций. Основные характеристики оптико-акустических импульсов /Лек/	10	2	ПК-1-31	Л1.1			
5.5	Определение пористости образцов горных пород по измеренным скоростям ультразвуковых сигналов. Измерение локальных модулей упругости гетерогенных сред /Лаб/	10	5	ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1			
	<b>Раздел 6. Методы исследования электрических и магнитных свойств гетерогенных материалов</b>							
6.1	Теория и техника измерения магнитных и электрических свойств /Лек/	10	4	ПК-5-31	Л1.1			

6.2	Оценка электрической и магнитной восприимчивостей гетерогенных сред /Пр/	10	4	ПК-5-У2	Л1.1			
<b>Раздел 7. Методы термического анализа материалов</b>								
7.1	Термогравиметрический анализ, дифференциальный анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия. Активный и пассивный тепловой контроль /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.1			
7.2	Изучение методов термического анализа материалов /Пр/	10	1	ПК-1-У1	Л1.1			
<b>Раздел 8. спектральные методы исследования твердых тел</b>								
8.1	Оптическая и ИК-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния. Люминесцентная спектроскопия. Терагерцовая спектроскопия /Лек/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1			
8.2	ИК-спектроскопия твердых тел /Лаб/	10	4	ПК-5-В1 ПК-5-В2				

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Итоговая контрольная работа	ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-У2; ПК-2-31; ПК-2-У1; ПК-2-У2; ПК-5-31; ПК-5-32; ПК-5-У1; ПК-5-У2	<p>1. Что понимают под упругим и неупругим рассеянием электронов?</p> <p>2. От чего зависит глубина проникновения падающих электронов в твердое тело?</p> <p>3. Какие физико-механические свойства могут быть определены при исследовании полноразмерных образцов карбонатных пород с помощью рентгеновской томографии?</p> <p>4. Каким образом проводится дифференциация плотности образцов горных пород при компьютерной рентгеновской томографии?</p> <p>5. Основные принципы построения изображения внутренней структуры образцов геоматериалов по результатам лазерно-ультразвуковой диагностики</p>

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа №1	ПК-1-31; ПК-1-У1	Основные свойства гетерогенных сред
P2	Практическая работа №2	ПК-1-У2; ПК-1-В1	Расчет напряжения ускоряющих полей в электронных микроскопах и длин волн де Бройля электронов

P3	Практическая работа №3	ПК-1-В2	Расчет необходимых длин электромагнитных волн для диагностики разномасштабных неоднородностей
P4	Практическая работа №4	ПК-2-В1;ПК-2-У2	Расчет временных профилей и спектров оптико-акустических сигналов
P5	Практическая работа №5	ПК-5-У2;ПК-5-У1	Оценка электрической и магнитной восприимчивостей гетерогенных сред
P6	Практическая работа №6	ПК-5-В1;ПК-5-В2	Изучение методов термического анализа материалов

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Пример билета для зачета :

1. КР-спектроскопия
2. Лазерно-ультразвуковая структурокопия в режиме проходящих волн
3. Терагерцовая спектроскопия(задача)

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка за зачет выставляется с учетом средней арифметической за освоение каждой компетенции:

ПСК-1: Исчерпывающие знания основных фундаментальных понятий в области методов структурной диагностики гетерогенных сред.

Знание базовых понятий в области методов структурной диагностики гетерогенных сред.

Выборочное знание основных фундаментальных понятий в области методов структурной диагностики гетерогенных сред.

Незнание основных фундаментальных понятий в области методов структурной диагностики гетерогенных сред.

ПСК-2: Исчерпывающие знания о существующих методах в структурной диагностики гетерогенных сред.

Знание существующих методов структурной диагностики гетерогенных сред.

Знание базовых положений существующих методов структурной диагностики гетерогенных сред.

Незнание базовых положений существующих методов структурной диагностики гетерогенных сред.

ПСК-5: Исчерпывающие знания всего комплекса методов структурной диагностики гетерогенных сред.

Наличие базовых представлений об основных методах структурной диагностики гетерогенных сред.

Наличие представлений об основных методах структурной диагностики гетерогенных сред.

Незнание основных методов структурной диагностики гетерогенных сред.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Петроченков Р. Г.	Основные факторы, обуславливающие физико-технические свойства гетерогенных сред и неоднородность распределения напряжений и деформаций в их составляющих	Библиотека МИСиС	, 1999

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MATLAB
П.2	MATCAD

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus



Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Холл библиотеки (Б)		25 компьютеров, комплект специализированной мебели
В-958	Учебная аудитория	генераторы ГЗ-18; частотомер ЧЗ-38; осциллограф С1-48; генератор ГЗ-23; поворотный стол 02012; вольтметр ВЗ-7; прибор УКБ-1М; осциллограф С1-122-3 шт.; генератор импульсов Г5-54- 3 шт.; частотомер ЧЗ-38; осциллограф С1-48; генератор ГЗ-56; генератор ГЗ-41; вольтметр ВЗ-39 -2 шт.; шумомер PSI-202; лабораторный источник шума; стенд для измерения вибрационных характеристик машин в составе: виброметр SM-241, осциллограф С1-48, вольтметр ВЗ-38, генератор ГЗ-53, электродвигатель с датчиками КД-35, электродинамический преобразователь вибростол ""ESE-201"", генератор ГЗ-104, виброметр одноканальный, вольтметр ВЗ-38В- 2 шт., частотомер ЧЗ-36, усилитель ""LV-103"", анемометр ""АСО-3"", анемометр ""МС-13"", прибор ""ТА-9"", прибор ""ИВС-1"", прибор ""Турчас"", прибор ""РНО"", воздуходувка, доска учебная

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает повторение пройденного материала.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к лабораторным работам.

Подготовка к каждой лабораторной работе должна начинаться с предварительного самостоятельного ознакомления с изложенными в учебнике и лабораторном практикуме теоретическими положениями, касающимися конкретной работы. До начала работы, используя материалы соответствующего практикума, необходимо четко сформулировать для себя её цели и задачи. При проведении работы необходимо следовать изложенному в практикуме алгоритму её проведения, предварительно проверив работоспособность соответствующих приборов и вспомогательного оборудования. В случае возникновения каких-либо вопросов по сути работы и особенностям её проведения необходимо получить соответствующие консультации у преподавателя. По завершении измерительной части лабораторной работы необходимо особое внимание уделить обработке и представлению результатов измерений, а также сформулировать следующие из этих результатов выводы. Работа заканчивается оформлением отчёта, представлением его для проверки преподавателю и защитой.

Самостоятельная работа.

Изучение дисциплины предполагает значительный объём самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы, которая включает:

- самостоятельное изучение ряда вопросов дисциплины с использованием рекомендованной основной и дополнительной литературы, а также самостоятельно найденной по рассматриваемому вопросу литературы, в том числе в научных периодических изданиях;
- повторное обращение к материалам, изложенным на лекциях, с использованием собственных конспектов и рекомендованной литературой;
- подготовка к лабораторным работам и их проведение;
- подготовка к контрольным работам, тестированию и итоговой аттестации.

Любые неясные вопросы, возникающие в рамках самостоятельной работы, должны обсуждаться в ходе консультаций с преподавателем.

Часть студентов под руководством преподавателей, сотрудников или аспирантов кафедры может заниматься самостоятельной научной работой, так или иначе связанной с изучаемой дисциплиной.