

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 13.09.2023 12:49:38

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)

# Мессбаэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

Рабочая программа

**Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.04.01-МНТМ-23-1.plx Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич, д.ф.-м.н., профессор

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины Мёсбауэровская спектроскопия материалов nano- и микросистемной техники является подготовка выпускников к научно-исследовательской деятельности при выполнении междисциплинарных проектов в профессиональной области, в том числе в интернациональном коллективе, в части использования мёсбауэровской спектроскопии в вопросах исследования состава, структуры и свойств материалов nano- и микросистемной техники.
-----	---

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.2	История и методология науки и техники в области электроники	
2.1.3	Методы математического моделирования	
2.1.4	Микро- и наносистемы в технике и технологии	
2.1.5	Микропроцессорные и микроконтроллерные системы. Часть 1	
2.1.6	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.7	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 1	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.2.2	Металлуглеродные композиционные наноматериалы	
2.2.3	Методы синтеза углеродных наноматериалов	
2.2.4	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии	
2.2.5	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (английский язык)	
2.2.6	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (немецкий язык)	
2.2.7	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (французский язык)	
2.2.8	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.2.9	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
2.2.10	Технологии получения материалов	
2.2.11	Электреты, мультиферроики, магнитоэлектрические явления	
2.2.12	Эпионная технология в микро- и нанoиндустрии	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-32 Предназначение, современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов	
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-32 Особенности кристаллической структуры и характеристические параметры мессбауэровских спектров материалов электроники, содержащих в своем составе железо или олово.	
ПК-4-31 Современные методы исследования состава структуры и свойств различных nano- магнитных материалов от их элементного, фазового и стехиометрического состава, поведения примесей и структурных дефектов.	
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-31 О возможностях и недостатках мессбауэровской спектроскопии	

<b>ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Теоретические основы мессбауэровской спектроскопии.
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Делать выводы по улучшению потребительских свойств нано- и магнитных материалов на основе результатов проведенных экспериментов.
<b>ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У2 Пользоваться программой обработки мессбауэровских спектров.
ПК-3-У1 Применять мессбауэровскую спектроскопию для изучения материалов нано- и микросистемной техники.
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 Навыками работы в области применения мессбауэровской спектроскопии для исследования свойств наноматериалов.
<b>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыками и методиками анализа и разработки физико-математических моделей процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии.
<b>ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Методами измерения мессбауэровских спектров при температурах от жидкого азота до комнатной, расшифровкой мессбауэровских спектров и физической интерпретацией получаемых параметров материалов наноэлектроники и микросистемной техники, ферритов-шпинелей, ортоферритов, ферритов гранатов и гексаферритов.

#### 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. Теоретические основы мессбауэровской спектроскопии. Параметры мессбауэровских спектров.</b>							
1.1	Вводное занятие. Научные исследования материалов нано- и микросистемной техники и методы, используемые для их проведения. /Лек/	2	1	ПК-3-32 ПК-4-31	Л1.1Л2.1			
1.2	Физическая сущность эффекта Мёссбауэра. Изотопы, на которых наблюдается эффект Мёссбауэра и схемы их ядерных переходов. Блок схема мёссбауэровского спектрометра и принцип его работы. /Лек/	2	1	ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1			

1.3	Параметры мессбауэровских спектров: изомерный сдвиг, температурный сдвиг, ширина резонансных линий. /Лек/	2	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.1			
1.4	Параметры мессбауэровских спектров: квадрупольное расщепление, магнитные поля на ядах Fe57. /Лек/	2	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.1			
1.5	Расчет химической формулы кальциевого феррита по данным рентгеноспектрального микроанализа /Пр/	2	2	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
1.6	Выполнение домашнего задания и подготовка к его защите /Ср/	2	5	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
	<b>Раздел 2. Программа обработки мессбауэровских спектров и получаемая из них информация.</b>							
2.1	Программа обработки мессбауэровских спектров. /Лек/	2	1	ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1			
2.2	Физическая и практическая информация, извлекаемая из мессбауэровских параметров. /Лек/	2	1	УК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1			
2.3	Лабораторная работа № 1. Освоение программы обработки мессбауэровских спектров «Univem MS» /Лаб/	2	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-В1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1			
2.4	Лабораторная работа №2. Расчет параметров мессбауэровских спектров и диагностика компонентов спектра /Лаб/	2	3	УК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-В1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1			
2.5	Обработка и интерпретация мессбауэровских спектров с помощью программы Univem MS /Пр/	2	15	УК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-В1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1			
2.6	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	12	УК-1-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-В1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1			
	<b>Раздел 3. Применение мессбауэровской спектроскопии для изучения металлов, сплавов и оксидов железа и наноматериалов на их основе.</b>							

3.1	Применение мессбаэровской спектроскопии для изучения металлов, сплавов. Принцип расчета кристаллохимических формул по мессбаэровским спектрам. /Лек/	2	1	ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
3.2	Эффект Мёссбауэра на ядах Fe57 металлического железа и интерметаллических соединений. /Лек/	2	1	ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
3.3	Применение мессбаэровской спектроскопии для изучения оксидов железа, используемых в наноматериалах. Их структура и свойства. /Лек/	2	1	ПК-3-32 ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
3.4	Мессбаэровская спектроскопия суперпарамагнитных материалов. /Лек/	2	1	ПК-3-32 ПК-4-31	Л1.1Л2.1			
3.5	Применение мессбаэровской спектроскопии для изучения ферритов: ферритов-шпинелей, ферритов-гранатов, ортоферритов и гексагональных ферритов. Их структура и свойства. /Лек/	2	1	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.6	Лабораторная работа № 3. Определение кристаллохимических формул магнитных материалов по данным мессбаэровской спектроскопии /Лаб/	2	3	УК-1-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1			
3.7	Лабораторная работа № 4. Определение степени восстановления железа в материалах по данным мессбаэровской спектроскопии /Лаб/	2	3	УК-1-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1			
3.8	Лабораторная работа № 5. Определение степени нестехиометрии магнетита с помощью мессбаэровской спектроскопии /Лаб/	2	3	УК-1-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1			
3.9	Лабораторная работа № 6. Определение степени текстурирования магнитных материалов с помощью мессбаэровской спектроскопии /Лаб/	2	3	УК-1-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1			
3.10	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	2	30	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Э1			

3.11	Написание реферата и подготовка к его защите /Ср/	2	10	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
	<b>Раздел 4. Мессбаэровская спектроскопия на конверсионных электронах и ее применение для изучения наноматериалов и их поверхности.</b>							
4.1	Мессбаэровская спектроскопия на конверсионных электронах, ее физические основы, достоинства и недостатки. /Лек/	2	1	УК-1-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.1			
4.2	Применение мессбаэровской спектроскопии на конверсионных электронах для изучения наноматериалов. /Лек/	2	1	ПК-4-31	Л1.1Л2.1			
4.3	Применение мессбаэровской спектроскопии на отражение для изучения поверхности наноматериалов. /Лек/	2	1	ПК-4-31	Л1.1Л2.1			
	<b>Раздел 5. Мессбаэровская спектроскопия в исследованиях полупроводников, легированных оловом.</b>							
5.1	Мессбаэровская спектроскопия Sn-119, особенности спектров олова и их характерные параметры. /Лек/	2	1	ПК-3-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
5.2	Мессбаэровская спектроскопия оксидных проводников, легированных оловом. /Лек/	2	1	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1			
5.3	Мессбаэровская спектроскопия Sn-119 в халькогенидных сплавах сложного состава. /Лек/	2	1	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1			

### 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	Экзамен	УК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-4-31;ПК-4-32	Вопросы к экзаменационным билетам курса УК-1-31 О возможностях и недостатках мессбаэровской спектроскопии: 1. Методы фазового анализа материалов и место в них мессбаэровской спектроскопии. 2. Информация, получаемая из мессбаэровских спектров и области использования мессбаэровской спектроскопии. 3. Применение мессбаэровской спектроскопии для изучения поверхности наноматериалов. 4. Применение мессбаэровской спектроскопии для изучения одно- и двухслойных пленок.

		<p>ПК-3-31 Теоретические основы мессбауэровской спектроскопии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность эффекта Мёссбауэра. Изотопы, на которых наблюдался эффект и наиболее используемые.</li> <li>2. Аппаратура для наблюдения эффекта Мёссбауэра и блок схема мессбауэровского спектрометра. Возможности измерения спектров при низких температурах и в магнитном поле.</li> <li>3. Мессбауэровская спектроскопия на конверсионных электронах и ее реализация</li> <li>4. Параметры мессбауэровских спектров: величина резонансного эффекта и вероятность резонансного эффекта. Их связь с составом и структурой материалов.</li> <li>5. Ширина резонансной линии, ее определение и влияние на характеристики мессбауэровского спектра.</li> <li>6. Изомерный химический сдвиг и его физическая сущность, способы определения и причины различия у ионов железа. Зависимость изомерного сдвига от координации ионов железа.</li> <li>7. Квадрупольное расщепление. Причины его возникновения и способы определения. Различия квадрупольного расщепления для двух и трехвалентного железа и связь со степенью искажения координационных полиэдров.</li> <li>8. Асимметрия квадрупольного дублета и причины ее появления.</li> <li>9. Магнитная структура вещества и ее отражение в мессбауэровских спектрах. Причины возникновения и определяемый магнитный параметр по мессбауэровским спектрам.</li> </ol> <p>ПК-3-32 Предназначение, современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Примеры применения мессбауэровской спектроскопии для изучения дисперсности ферритов.</li> <li>2. Суперпарамагнетизм, причины его появления и диагностика.</li> <li>3. Наноматериалы и роль мессбауэровской спектроскопии в их изучении.</li> <li>4. Магнитные свойства наноматериалов и методы их определения.</li> </ol> <p>ПК-4-31 Современные методы исследования состава структуры и свойств различных нано- магнитных материалов от их элементного, фазового и стехиометрического состава, поведения примесей и структурных дефектов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды магнитного упорядочения и их диагностика по мессбауэровским спектрам</li> <li>2. Порядок расчета кристаллохимических формул оксидов железа по данным химического или спектрального анализа.</li> <li>3. Порядок расчета кристаллохимических формул интерметаллических соединений по данным мессбауэровской спектроскопии.</li> <li>4. Использование мессбауэровской спектроскопии для определения степени восстановления и окисления железа.</li> <li>5. Программа обработки мессбауэровских спектров и ее возможности</li> </ol> <p>ПК-4-32 Особенности кристаллической структуры и характеристические параметры мессбауэровских спектров материалов электроники, содержащих в своем составе железо или олово:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Металлическое железо, мессбауэровская спектроскопия <math>\alpha</math>-Fe. Различия между <math>\alpha</math>-Fe и <math>\gamma</math>-Fe. Температура Кюри.</li> <li>2. Гематит. Мессбауэровская спектроскопия гематита, магнитная и кристаллическая структура, фазовые переходы в гематите и их последствия. Температура Нееля.</li> <li>3. Магнетит. Мессбауэровская спектроскопия магнетита. Распределение ионов железа в магнетите, характер магнитного упорядочения, фазовые переходы в магнетите.</li> <li>4. Вюстит. Мессбауэровский спектр вюстита и его параметры.</li> <li>5. Возможность определения степени нестехиометрии магнетита по его мессбауэровским спектрам и наличия изоморфных замещений.</li> <li>6. Мессбауэровская спектроскопия интерметаллических соединений. Возможности мессбауэровской спектроскопии при их исследовании.</li> <li>7. Мессбауэровская спектроскопия ферритов шпинелей.</li> </ol>
--	--	---

			<p>Хромшпинелид, особенности его мессбауэровского спектра и параметры. Способ определения в нем содержания алюминия.</p> <p>8. Никелевый феррит. Мессбауэровский спектр никелевого феррита, его расшифровка и особенности при измерениях в магнитном поле.</p> <p>9. Феррит кобальта. Мессбауэровский спектр и его особенности.</p> <p>10. Феррит марганца. Мессбауэровский спектр и его особенности.</p> <p>11. Ферриты-гранаты. Мессбауэровский спектр иттриевого феррита граната, его расшифровка и параметры.</p> <p>12. Мессбауэровские спектры парамагнитных ферритов-гранатов и их характеристика. Отличие от магнитоупорядоченных ферритов.</p> <p>13. Редкоземельные орто-ферриты, их структура, мессбауэровские спектры и их параметры.</p> <p>14. Гексагональные ферриты. Типы структур гексагональных ферритов. Мессбауэровские спектры ферритов со структурой M и их расшифровка.</p> <p>15. Мессбауэровская спектроскопия Sn119. Источники, калибровка спектров, Соединения, относительно которых рассчитывается химический сдвиг.</p> <p>16. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках кремния.</p> <p>17. Мессбауэровская спектроскопия оксидных полупроводников Sn119 MnO и Fe<sub>0,85</sub>O.</p> <p>18. Мессбауэровская спектроскопия оксидных полупроводников Sn119 CoO и NiO.</p> <p>19. Понятие об одно- и двухэлектронных центрах в керамических полупроводниках.</p> <p>20. Зонная модель двухэлектронных центров олова в халькогенидах свинца для U&lt;0.</p> <p>21. Исследование состояние примесных атомов олова в стеклообразных полупроводниковых сплавах Ge-Pb-Se-Sn.</p> <p>22. Исследование состояние примесных атомов железа в стеклообразных полупроводниковых сплавах Ge-Pb-S-Fe.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание	ПК-4-31	<p>"Расчет химической формулы кальциевого феррита по данным рентгеноспектрального микроанализа"</p> <p>Вопросы к домашнему заданию</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Какова физическая основа рентгеноспектрального микрозондирования?</li> <li>Приведите уравнение Вульфа-Брегга и укажите, какой параметр в нем определяют при диагностике состава?</li> <li>Какие возможности имеет рентгеноспектральный анализ при изучении вещества?</li> <li>В каких режимах может работать рентгеноспектральный микроанализ?</li> <li>Как осуществляется идентификация элемента в режиме анализа?</li> <li>Какие принципы заложены для количественного определения содержания элемента?</li> <li>Какие существуют виды химического анализа?</li> </ol>
P2	Лабораторная работа № 1	УК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ОПК-1-В1	<p>Освоение программы обработки мессбауэровских спектров «Univem Ms»</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторной работе 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Какова физическая сущность эффекта Мессбауэра?</li> <li>Какие основные параметры мессбауэровских спектров?</li> <li>Как калибруется мессбауэровский спектр?</li> <li>Какие существуют способы обработки мессбауэровских спектров?</li> <li>Какова последовательность операций при обработке спектра на компьютере?</li> <li>Какую информацию можно получить из мессбауэровских спектров?</li> </ol>

P3	Лабораторная работа № 2	УК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-4-32;ПК-4-В1;ПК-3-В1	<p>Расчет параметров мессбауэровских спектров и диагностика компонентов спектра</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторной работе 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие основные параметры мессбауэровских спектров?</li> <li>2. Как калибруется мессбауэровский спектр?</li> <li>3. Какова последовательность операций при обработке спектра на компьютере?</li> <li>4. Какую информацию можно получить из мессбауэровских спектров?</li> <li>5. Как определяется изомерный сдвиг для дублетов и секстетов?</li> <li>6. Как определяется квадрупольное расщепление для дублетов и секстетов?</li> </ol>
P4	Лабораторная работа № 3	УК-1-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1;ПК-4-32;ПК-4-31	<p>Определение кристаллохимических формул магнитных материалов по данным мессбауэровской спектроскопии</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторной работе 3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каких случаях применима методика определения кристаллохимических формул материалов?</li> <li>2. Чем отличается кристаллохимическая формула вещества от химической?</li> <li>3. Какие мессбауэровские параметры используются при расчете кристаллохимических формул?</li> <li>4. Что такое координационное число катионов?</li> <li>5. Какова последовательность операций при определении кристаллохимических формул?</li> <li>6. Какую информацию можно получить из мессбауэровских спектров?</li> </ol>
P5	Лабораторная работа № 4	УК-1-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-32;ПК-4-31	<p>Определение степени восстановления железа в материалах по данным мессбауэровской спектроскопии</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторной работе 4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему мессбауэровскую спектроскопию целесообразно использовать при определении степени восстановления железа?</li> <li>2. Что происходит с железом при восстановлении его из оксидов?</li> <li>3. Чем характеризуется восстановимость железа?</li> <li>4. Как определяется степень восстановления железа по мессбауэровским спектрам?</li> <li>5. Почему степень восстановления железа нужно определять не по валентности железа, а по потере кислорода?</li> <li>6. Когда непосредственно только по мессбауэровским спектрам можно судить о степени восстановления железа?</li> </ol>
P6	Лабораторная работа № 5	УК-1-31;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1;ПК-4-32;ПК-4-31	<p>Определение степени нестехиометрии магнетита с помощью мессбауэровской спектроскопии</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторной работе 5</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем заключается нестехиометрия магнетита?</li> <li>2. Почему экспериментальное отношение <math>S A / S B</math> в незамещенном магнетите не соответствует 0,5, а имеет небольшое отклонение?</li> <li>3. Какой механизм образования нестехиометрического магнетита?</li> <li>4. Что представляет собой конечный член ряда магнетит-маггемит?</li> <li>5. Как выводится формула определения отношения <math>S A / S B</math> из экспериментальных мессбауэровских спектров?</li> <li>6. Какова кристаллохимическая формула общего вида нестехиометрического магнетита?</li> <li>7. В каких пределах изменяется коэффициент <math>x</math> в формуле общего вида членов магнетит-маггемитового ряда?</li> </ol>

P7	Лабораторная работа № 6	УК-1-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1;ПК-4-32	<p>Определение степени текстурирования магнитных материалов с помощью мессбауэровской спектроскопии</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторной работе 6</p> <p>1. Какое соотношение интенсивностей пиков в секстете, если угол <math>\theta = 55^\circ</math> ?</p> <p>2. Какое соотношение интенсивностей пиков в секстете, если угол <math>\theta = 90^\circ</math>?</p> <p>3. Какое соотношение интенсивностей пиков в секстете, если угол <math>\theta = 0^\circ</math>?</p> <p>4. Что показывает угол <math>\theta</math>?</p> <p>5. Как определяется степень текстурирования?</p>
P8	Реферат	ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-32;УК-1-31	<p>Реферат на тему "Возможности применения мессбауэровской спектроскопии при подготовке ВКР на тему "ТЕМА ВКР СТУДЕНТА"</p> <p>или "Мессбауэровская спектроскопия в изучении "НАЗВАНИЕ МАТЕРИАЛА ПО ВЫБОРУ СТУДЕНТА (например, ферритов-гранатов)"</p> <p>при отсутствии приложения мессбауэровской спектроскопии к теме ВКР</p>

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

Экзаменационный билет состоит из 3-х теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.

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

К экзамену допускается студент, выполнивший и защитивший домашнее задание, все лабораторные работы и реферат.

Оценка "отлично" выставляется за 3 правильных ответа на экзаменационные вопросы.

Оценка "хорошо" выставляется за 2 правильных ответа на экзаменационные вопросы.

Оценка "удовлетворительно" выставляется за 1 правильный ответ на экзаменационные вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Жданов Г. С., Илюшин А. С., Никитина С. В., Жданов Г. С.	Дифракционный и резонансный структурный анализ:Рентгено-,электроно-,нейтроно-мессбауэрография и мессбауэровская спектроскопия: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1980
Л1.2	Летюк Л. М., Костишин В. Г., Гончар А. В.	Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Карпов Ю. А., Савостин А. П., Сальников В. Д.	Аналитический контроль в металлургическом производстве: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Академкнига, 2006

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru/">https://lms.misis.ru/</a>
----	------------	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit

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

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-427	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 6 шт., 4 ноутбука, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели 25 посадочных мест
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-427	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 6 шт., 4 ноутбука, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели 25 посадочных мест

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендуется ознакомиться с литературой, находящейся в Российской государственной библиотеке:

1. Мессбауэровская спектроскопия и ее применение для химической диагностики неорганических материалов : конспект лекций для студентов старших курсов и аспирантов Химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова / П. Б. Фабричный, К. В. Похолок. - Москва : Принт-Ателье, 2009 (М. : ЗАО "Принт-Ателье"). - 142 с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-88762-003-9
2. Основы мессбауэровской спектроскопии [Текст] : учебное пособие / В. С. Русаков. - Москва : Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2011. - 290 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-8279-0097-9

На кафедре в электронном виде имеется Учебное пособие «Мессбауэровская спектроскопия материалов электроники» и Лабораторный практикум.  
«Мессбауэровская спектроскопия материалов электроники»