

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 02.08.2023 16:39:45

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2eb454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Modern methods of structural characterisation of micro- and nano-systems/Современные методы диагностики и исследования материалов, нано- и микросистем

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Quantum Physics for Advanced Materials Engineering/ Квантовая физика для  
современной инженерии материалов

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

48

самостоятельная работа

42

часов на контроль

54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	42	42	42	42
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*кфмн, доцент, Подгорный Дмитрий Андреевич*

Рабочая программа

**Modern methods of structural characterisation of micro- and nano-systems/Современные методы диагностики и исследования материалов, нано- и микросистем**

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 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02\_МФ3-22-3А.plx Quantum Physics for Advanced Materials Engineering/ Квантовая физика для современной инженерии материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Quantum Physics for Advanced Materials Engineering/ Квантовая физика для современной инженерии материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков**

Протокол от 26.06.2020 г., №06/20

Руководитель подразделения А.Р.Оганов

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствии с учебным планом. Сформировать понимание основ современных спектроскопических методов анализа материалов и приборов электронной техники, позволяющих исследовать элементный, химический состав, структурное совершенство поверхности твердых тел, приповерхностных слоев, межфазных границ и наногетероструктур. Обеспечить понимание возможностей спектроскопических методов анализа, их точности, чувствительности, локальности и применимости для изучения наногетероструктур. Научить планировать, организовывать и проводить спектроскопические исследования, обрабатывать и анализировать получаемую информацию.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Electron Theory of Metals / Электронная теория металлов	
2.2.2	Modern Quantum Physics of Solids part 2/ Квантовая физика твердого тела, часть 2	
2.2.3	Scientific research / Научно-исследовательская практика	
2.2.4	Experimental Methods in Low dimensional Systems / Экспериментальные методы в низкоразмерных системах	
2.2.5	Introduction to Path Integral Methods in Condensed Matter Physics / Методы континуального интегрирования в физике конденсированных сред	
2.2.6	Modern methods of atomistic simulation / Современные методы атомистического моделирования	
2.2.7	Physics of Low Dimensional Systems / Физика низкоразмерных систем	
2.2.8	Сверхпроводящие цепи и кубиты	
2.2.9	Master's Thesis / Преддипломная практика	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

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

<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 физические основы взаимодействия частиц с твердым телом
УК-1-32 влияние структуры и состава поверхности материалов на свойства материалов
<b>ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутые навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-2-31 методы проведения анализа структуры поверхности материалов
ОПК-2-32 физические основы методов исследования поверхности материалов
ОПК-2-33 некоторые разделы физики и химии
<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>Уметь:</b>
УК-1-У1 планировать и осуществлять исследования поверхности материалов

<b>ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутые навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 оценивать качественный и количественный состав в поверхностной области материалов
<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>Владеть:</b>
УК-1-В1 подготовки образцов для проведения качественного и количественного анализа поверхности материалов
<b>ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутые навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 организации исследования состава и структуры поверхности спектроскопическими методами анализа

#### 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. Classification of methods/Классификация спектроскопических методов анализа</b>							
1.1	Classification of methods/Классификация спектроскопических методов анализа /Лек/	1	8	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 УК-1-31 УК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р5
1.2	Classification of methods/Классификация спектроскопических методов анализа /Пр/	1	4	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р1,Р5
1.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	10	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	<b>Раздел 2. Auger electron spectroscopy (AES)/Электронная оже спектроскопия (ЭОС)</b>							

2.1	Auger electron spectroscopy/Основы, возможности и особенности электронной оже-спектроскопии (ЭОС) /Лек/	1	8	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 УК-1-31 УК-1-32	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л3.2 Л2.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р6
2.2	Auger electron spectroscopy/Основы, возможности и особенности электронной оже-спектроскопии (ЭОС) /Пр/	1	4	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р2,Р6
2.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	10	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
<b>Раздел 3. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS-ESCA)/Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФС-ЭСХА)</b>								
3.1	X-ray photoelectron spectroscopy (XPS-ESCA)/Основы, возможности и особенности рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС-ЭСХА) /Лек/	1	8	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р7
3.2	X-ray photoelectron spectroscopy (XPS-ESCA)/Основы, возможности и особенности рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС-ЭСХА) /Пр/	1	4	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р3,Р7
3.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	10	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
<b>Раздел 4. Secondary ion mass-spectrometry (SIMS)/Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС)</b>								
4.1	Secondary ion mass-spectrometry (SIMS)/Основы, возможности и особенности массспектрометрии вторичных ионов (ВИМС) /Лек/	1	8	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 УК-1-31 УК-1-32	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р8

4.2	Secondary ion mass-spectrometry (SIMS)/Основы, возможности и особенности масспектрометрии вторичных ионов (ВИМС) /Пр/	1	4	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р4,Р8
4.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	12	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			

## 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	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33;ОПК-2-У1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1	<p>Auger electron spectroscopy (AES)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Possible application, especially the method of AES.</li> <li>Physical principle of AES. The mechanism of the Auger process.</li> <li>Escape depth of Auger electrons.</li> <li>The probability of the Auger effect. The probability that the Auger electrons from different matrices.</li> <li>What determines the intensity of the lines of the Auger spectrum.</li> <li>Own the width of atomic levels. Energy resolution in the AES.</li> <li>jj-and LS-bond.</li> <li>Methods of Auger spectra interpretation.</li> <li>Qualitative and phase analysis by the AES (principle and opportunities).</li> <li>Quantitative analysis using the method of AES.</li> <li>Unit measuring equipment by AES.</li> <li>Construction of AES. Vacuum system and the requirements of high vacuum method for measuring the AES.</li> <li>Construction of AES. Electrons sources (the device, the principle of work and requirements).</li> <li>Construction of AES. Cylindrical mirror analyzer of electron energy (CMA). (device, the principle of work and energy resolution).</li> <li>Application and limitations of the AES.</li> </ol> <p>X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Possible application, especially the method of XPS.</li> <li>Physical principle of the XPS.</li> <li>XPS spectra. Their reception. Structure of the peaks. Valence levels.</li> <li>Calculation of binding energy, based on data obtained by XPS. The equation of the photoelectric effect and the integration of the work function energy analyzer. The accuracy of binding energy of the XPS method.</li> <li>Construction of the XPS. Vacuum system and the requirements of high vacuum method for measuring the XPS.</li> <li>Construction of the XPS. X-ray radiation. Methods for monochromatization of X-rays.</li> <li>Construction of the XPS. Semispherical electron energy analyzer (PSA). (device, the principle of work and energy resolution).</li> <li>Energy resolution (resolution) in the method of XPS.</li> <li>Quantitative analysis using XPS method.</li> <li>Chemical analysis by XPS. Chemical shift.</li> <li>Determination of the depth of the sample by XPS. Determination of</li> </ol>

			<p>thickness of thin films. 12. Scope and limitations of XPS.</p> <p>Secondary ion mass spectrometry (SIMS)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Possible application, especially the method of SIMS. Dynamic and Time-of-Flight SIMS.</li> <li>2. The interaction of primary ions with solids. The mechanism of formation of secondary ions. The coefficient of secondary ion emission.</li> <li>3. The main parameters affecting the yield of secondary ions. The process of sputtering ions in the SIMS method.</li> <li>4. Construction of SIMS. Vacuum system and the requirements of high vacuum measurement method of SIMS.</li> <li>5. Construction of SIMS. Sources of primary ions (liquid metals, gases).</li> <li>6. Construction of SIMS. Mass analyzer of secondary ions (quadrupole, magnetic, Time-of-Flight).</li> <li>7. The technique of obtaining a mass spectrum in the method of SIMS. The structure of the mass spectrum. The phenomenon of interference of the masses.</li> <li>8. Profile depth distribution in the method of SIMS. Technique of obtaining depth profile. Selecting profile conditions (area of analysis, etch rate).</li> <li>9. Influence of parameters of the study for the deep profile for the method of SIMS (shape, energy, angle and density of the primary beam, the properties of the matrix).</li> <li>10. Profile depth distribution in the method of SIMS. Profilometry. The structure of the sputtering crater. Influence of parameters of the study method of SIMS on the structure of the sputtering crater.</li> <li>11. Profile depth distribution in the method of SIMS. Obtaining the concentration distribution profiles.</li> <li>12. Quantitative data processing method of SIMS. Preparation of standards for quantitative analysis.</li> <li>13. Scope and limitations of SIMS.</li> <li>14. Comparison of the method of Dynamic SIMS and Time-of-Flight SIMS.</li> </ol>
--	--	--	--

**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	Практическое занятие	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-В1	Classification of methods/Классификация спектроскопических методов анализа
P2	Практическое занятие	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-В1	Auger electron spectroscopy/Основы, возможности и особенности электронной оже-спектроскопии (ЭОС)
P3	Практическое занятие	УК-1-В1;УК-1-У1;УК-1-32;УК-1-31;ОПК-2-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-33;ОПК-2-32;ОПК-2-31	X-ray photoelectron spectroscopy (XPS-ESCA)/Основы, возможности и особенности рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС-ЭСХА)
P4	Практическое занятие	УК-1-В1;УК-1-У1;УК-1-31;ОПК-2-В1;УК-1-32;ОПК-2-У1;ОПК-2-33;ОПК-2-32;ОПК-2-31	Secondary ion mass-spectrometry (SIMS)/Основы, возможности и особенности массспектрометрии вторичных ионов (ВИМС)
P5	Тест # 1	УК-1-31;УК-1-32;ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33	Classification of methods/Классификация спектроскопических методов анализа

P6	Тест # 2	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33;УК-1-32;УК-1-31	Auger electron spectroscopy/Основы, возможности и особенности электронной оже-спектроскопии (ЭОС)
P7	Тест # 3	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33;УК-1-31;УК-1-32	X-ray photoelectron spectroscopy (XPS-ESCA)/Основы, возможности и особенности рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС-ЭСХА)
P8	Тест # 4	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33;УК-1-31;УК-1-32	Secondary ion mass-spectrometry (SIMS)/Основы, возможности и особенности массспектрометрии вторичных ионов (ВИМС)

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

В конце семестра предусмотрен экзамен по соответствующим пройденным разделам.  
 Экзамен представляет тестовый опрос (20-22 вопроса по различным разделам)  
 Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки. (см. Приложения)  
 Билеты хранятся на кафедре.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - студент ответил правильно на 85 % вопросов

Оценка «хорошо» - студент ответил правильно на 70 % вопросов

Оценка «удовлетворительно» - студент ответил правильно на 55 % вопросов

Оценка «неудовлетворительно» - студент не ответил правильно более чем на 55 % вопросов

Оценка «не явка» – студент на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Мельченко Г. Г., Юнникова Н. В.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005
Л1.2	Козаков А. Т.	Физические основы электронной спектроскопии заряженных поверхностей твердых тел: монография	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009
Л1.3	Каныгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л.	Физические методы исследования веществ: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л1.4		Методы анализа поверхностей	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1979
Л1.5	Пашкова Е. В., Волосова Е., Шипуля А. Н., Безгина Ю., Глазунова Н. Н.	Спектральные методы анализа: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2017

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Филимонова Н. И., Кольцов Б. Б.	Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013
Л2.2	Газенаур Е. Г., Кузьмина Л. В., Крашенинин В. И.	Методы исследования материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013
Л2.3	Луков В. В., Щербаков И. Н.	Физические методы исследования в химии: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2016



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Ягодкин Ю. Д., Иванов А. Н.	Методы исследования поверхностного слоя: Учеб. пособие для студ. спец. 0708, 0709, 510.403, 510.411	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.5	Скаков Ю. А., Варли К. В., Эпштейн Г. Н., Скаков Ю. А.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Разд.: Рентгенографические методы анализа: учеб. пособие для студ. спец. 0401, 0404, 0408	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Фомин Д. В., Дубов В. Л.	Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы по теме: электронная оже-спектроскопия: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва, Берлин: Директ- Медиа, 2015
Л3.2	Абрамов Н. Н., Белов В. А., Гершман Е. И., др., Калошкин С. Д.	Современные методы исследований функциональных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л3.3	Ладыгин Е. А., Горюнов Н. Н., Мельников А. Л., др. Е. А., Ладыгин	Исследование и контроль качества приборов микроэлектроники: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л3.4	Карабасова Л. В., Чижигов В. И., Сатдарова Ф. Ф., др., Штремель М. А.	Физика металлов: Структурные методы исследования: Межкафедральный лаб. практикум для студ. спец. 0406	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987

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

Э1		<a href="https://lms.misis.ru/login/ldap">https://lms.misis.ru/login/ldap</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Э3	Аналитическая база Web of Science	<a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
Э4	Аналитическая база Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Э5	Научные журналы издательства Elsevier	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas

### 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
Б-011	Центр коллективного пользования "Материаловедение и металлургия":	сканирующий электронный микроскоп JSM 6700 F JEOL, сканирующий электронный микроскоп JSM 6480 LV JEOL, электронный оже-спектрометр PHI-680 Physical electronics

К-407	Научно-исследовательская лаборатория вторичной ионной масс-спектрометрии:	вторичный ионный масс-спектрометр (ВИМС) PHI-6600 SIMS System с ПК и лицензионным программным обеспечением
К-409	Научно-исследовательская лаборатория рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии:	рентгеновский фотоэлектронный спектрометр PHI 5500 ESCA, рентгеновский фотоэлектронный спектрометр Versa Probe II
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.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### Практические занятия.

Практические занятия проводятся в научно-исследовательских лабораториях оборудованных соответствующими исследовательскими установками. Группа студентов ознакомливается с устройством и конструкцией исследовательских установок и ее элементов. получает информацию о технологии подготовки образцов для проведения исследования. После этого студенты получают индивидуальное задание на обработку данных полученным соответствующим методом.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:  
- при проведении практических занятий допускается использование проприетарного ПО, входящего в состав исследовательского оборудования.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

В конце семестра предусмотрен экзамен по соответствующему пройденному материалу.

На экзамене проводится тестовый опрос из различных разделов.

Тестовые вопросы формируются на основании теоретических вопросов к экзамену. Типовые вопросы теста приведены в Приложении

Тестовые билеты хранятся на кафедре.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) приводятся в системе LMS Canvas по мере освоения дисциплины.

Дополнительно рекомендуемая литература.

- John F. Watts. An Introduction to Surface Analysis by XPS and AES. John Wiley & Sons. 2003
- William Henderson, J. Scott McIndoe. Mass Spectrometry of Inorganic, Coordination and Organometallic Compounds. John Wiley & Sons Ltd. 2005
- M.P. Seah and D. Briggs. Practical Surface Analysis by Auger and X-ray Photoelectron Spectroscopy. Wiley & Sons, 1992
- John C. Vickerman, Ian S. Gilmore. Surface Analysis – The Principal Techniques. John Wiley & Sons Ltd. 2009
- Horst Czichos, Tetsuya Saito, Leslie Smith (Eds.). Springer Handbook of Materials Measurement Methods. Springer Science+Business Media, Inc. 2006
- Mauro Sardela. Practical Materials Characterization. Springer Science+Business Media, Inc. 2014