

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.09.2026 12:45:44
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные методы исследования материалов электронной техники»

Направление подготовки – 28.04.03 «Нanomатериалы»

Направленность (профиль) - «Синхротронное излучение в технологии наноматериалов»

Москва 2023

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

УК	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.СМИМЭТ Способен критически анализировать предоставленную информацию при рецензировании научной публикации	Знание правил написания рецензии на научную публикацию или аннотации к научной статье Умение критически анализировать предоставленную информацию по тематике образовательной программы при рецензировании научной публикации; подготовить развернутую аннотацию к научной публикации. Опыт рецензирования предоставленной информации для научной публикации
ОПК	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей	ОПК-1.СМИМЭТ Способен обоснованно выбирать методы исследования материалов и структур с использованием синхротронного излучения	Знание основ электронной зондовой микроскопии; спектральных методов анализа; методов измерения геометрических параметров, основ международных стандартов оценки параметров материалов и структур. Умение выбрать наиболее подходящий метод исследования геометрических параметров и состава материалов и структур Опыт в решении практико-ориентированных задач по применению методов элементного анализа

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине

Изучению модуля предшествует формирование компетенций в дисциплинах бакалавриата: «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Физика» (Механика. Термодинамика. Электричество и магнетизм. Оптика. Атомная физика) «Химия», «Кристаллография», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Технологии наноматериалов», «Физика и химия полупроводников», «Методы исследования наноматериалов и структур».

Данный курс связан с дисциплиной «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники». Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются выполнением индивидуальных заданий НИР и практики и служат основой для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	4	144	32	-	16	96	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Специфика исследования материалов электронной техники. Международные стандарты контроля параметров материалов электронной техники	10	2		20	Контроль выполнения заданий самостоятельной работы

2.Спектральные методы анализа элементного состава материалов электронной техники	22	14		76	Контроль выполнения самостоятельной работы (ДЗ)
					Тестирование
					Контрольная работа

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Предмет, задачи, структура курса. Специфика исследования материалов электронной техники. Тенденции.
	2	2	Международные стандарты в области контроля кристаллографических параметров п.п. материалов и структур. Требования к современным методам исследования материалов ЭТ.
	3	2	Контроль геометрических параметров. Оптические методы.
	4	2	Профилометрия. Растровая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.
	5	2	Методы исследования морфологических дефектов и дефектов кристаллической решетки.
2	6	2	Обзор методов исследования химического состава материалов Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА). Детекторы с дисперсией по энергиям и длинам волн.
	7	2	Рентгеновская флуоресцентная спектроскопия.
	8	2	Методы электронной спектроскопии. Электронная спектроскопия для химического анализа
	9	2	Электронная Оже - спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
	10	2	Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия
	11	2	Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов
	12	2	ИК—Фурье спектроскопия.
	13	2	Раман - спектроскопия
	14	2	Катодолюминесценция
	15	2	Методы ионной спектроскопии. Вторичная ионная масс – спектроскопия,
	16	2	Спектроскопия упруго рассеянных ионов Спектроскопия обратного резерфордовского рассеяния Спектроскопия резонансного резерфордовского рассеяния.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Морфологические дефекты и дефекты кристаллической решетки. Составление атласа дефектов.
2	2	2	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Расчет толщин экранов.
	3	2	Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА). Детекторы с дисперсией по энергиям и длинам волн.
	4	2	Практические задачи ЭОС
	5	2	Рецензирование научной публикации
	6	2	Решение комплексных задач по исследованию структуры и состава твердых тел
	7	2	ИК—Фурье спектроскопия.
	8	2	Анализ спектров и микрофотографий объектов для отработки способности делать научно-обоснованные выводы.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	20	Изучение теоретического материала по тематике лекций 1 – 5 модуля 1. Изучение международных стандартов SEMI и ASTM по контролируемым параметрам пластин и полуфабрикатов для изготовления п.п. приборов и методов контроля. Подготовка конспекта и классификации методов. Подготовка к практическому занятию № 1.
2	20	Изучение теоретического материала по тематике лекций 6-7 модуля 2 и рекомендованной литературе. Подготовка к практическому занятию № 2, 3 модуля 2
	10	Подготовка рецензии на научную публикацию (статью). Подготовка материалов к публичной защитерецензии (практическое занятие № 5 модуля 2).
	6	Подготовка к прохождению рубежного контроля.

	20	Изучение теоретического материала по тематике лекций 8 – 11 модуля 2. Подготовка к практическим занятиям № 4, 6 модуля 2
	20	Изучение теоретического материала по тематике лекций 12-16 модуля 2. Подготовка к практическим занятиям № 7,8 модуля 2. Сбор и проведение анализа периодических изданий и информационных ресурсов по предложенной тематике.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, URL: <http://orioks.miet.ru/>):

Сценарий обучения по дисциплине.

Модуль 1 Специфика исследования материалов электронной техники.

Международные стандарты контроля параметров материалов электронной техники

Тема «Характеристика исследуемых объектов и излучений; физические эффекты, лежащие в основе методов исследования структуры»

Тема «Методы исследования морфологических дефектов и дефектов кристаллической решетки».

Тема «Международные стандарты по методам исследования и контроля параметров материалов электронной техники»

Теоретический материал

Задания для практического занятия №1

Модуль 2 Спектральные методы анализа элементного состава материалов электронной техники

Тема «Методы исследования структуры»

Тема «Методы элементного анализа»:

Теоретический материал

Задания для практических занятий №2-5

Методические указания студентам для подготовки рецензии на научную статью

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Пул Ч. Нанотехнологии [Текст] : Учеб.пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; Пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2009. - 336 с.
2. Гаврилов С.А. Учебное пособие по дисциплине "Физика и химия поверхности" [Текст] / С. А. Гаврилов, Д. Г. Громов; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2011. - 104 с.
3. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : В 2-х т. : [Учеб.пособие для вузов]. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова; Под общ.ред. Ю.Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с.

4. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : В 2-х т.: [Учеб.пособие для вузов]. Т. 2 : Технологические аспекты / М. В. Акуленок [и др.]; Под общ.ред. Ю.Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 256 с.
- 5 БрандонД.Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля [Текст]: Учеб.пособие / Д. Брандон, У. Каплан; Пер. с англ. под ред. С.Л. Баженова, с доп. О.В. Егоровой. - М. : Техносфера, 2006. - 384 с.
- 6 Методы исследования состава и структуры материалов электронной техники [Текст]: Учеб. пособие. Ч. 1 : Методы исследования состава материалов электронной техники / Ю. Н. Коркишко [и др.]; Под ред. Ю.Н. Коркишко. - М. : МИЭТ, 1997. - 256 с.
- 7 Методы исследования состава и структуры материалов электронной техники [Текст]: Учеб. пособие. Ч. 2 : Методы исследования структуры материалов электронной техники / Л. И. Матына [и др.]; Под ред. Ю.Н. Коркишко. - М. : МИЭТ, 1997. - 120 с.
- 8 Матына Л.И. Основы световой, электронной и рентгеновской микроскопии [Текст]: Учеб.пособие по курсу "Методы исследования состава, структуры и электрофизических свойств материалов электронной техники" / Л. И. Матына. - М. : МИЭТ, 1998. - 104 с.

Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники : научный журнал / ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС". - Москва : МИСиС, 1998 - . - URL: <http://met.misis.ru/jour> (дата обращения: 09.06.2023)- ISSN 1609-3577 (Print); 2413-6387 (Online).
2. Российские нанотехнологии / Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт". - Москва : ИКЦ Академкнига, 2006 - . - URL: <https://sciencejournals.ru/journal/nano/> (дата обращения: 24.06.2023). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. База AmericanChemicalSociety (ACS) : сайт. - URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. IOPSCIENCE:[сайт] . – URL: <http://ecsdli.org/> (дата обращения: 20.06.2023).
3. Федеральный институт промышленной собственности : сайт. – URL: <https://new.fips.ru/about/> (дата обращения: 20.06.2023).
4. База данных авторских свидетельств СССР: сайт. – URL:<https://patents.su/>(дата обращения: 20.06.2023).
5. Европейский патентный офис: сайт. – URL:<http://worldwide.espacenet.com/>(дата обращения: 20.06.2023).
6. Ведомство патентов и торговых марок США: сайт. – URL: <http://www.uspto.gov/>(дата обращения: 20.06.2023).
7. База данных химического факультета МГУ «Термические константы веществ»:сайт. - URL: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcme.html/welcme.html>(дата обращения: 20.06.2023)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий и самостоятельной работы студентов формами и видами взаимодействия преподавателей и обучающихся в электронной образовательной среде.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта, платформа ZOOM, а также иные виды информационно-коммуникативных технологий сети Интернет, обеспечивающие оперативный канал связи преподавателя со студентом.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в форме тестирования в ОРИОКС и внешние ресурсы Интернет:

<http://www.dslib.net/tverdoteln-elektronika/issledovanie-rostovyh-defektov-upakovki-monokristallicheskogo-kremnija.html>

<http://www.alterenergy.info/ngos/637-semi>

http://www.tech-e.ru/semi_26_08_2011.php

<http://www.neolabllc.ru/catalog/standart/01.htm>.

http://femto.com.ua/articles/part_2/4714.html

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория № 4136 «Лаборатория микроскопии»	Мультимедийный комплекс, проекционная установка LP-350, компьютеры	Windows 7 Enterprise, Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **УК-1.СМИМЭТ** «Способен критически анализировать предоставленную информацию при рецензировании научной публикации»
 2. ФОС по подкомпетенции **ОПК-1.СМИМЭТ** «Способен обоснованно выбирать методы исследования материалов и структур с использованием синхротронного излучения»
- Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС // URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Особенности организации процесса обучения

В рамках рассматриваемого курса предусмотрены следующие формы учебных занятий:

- **лекции**, цель которых состоит в формировании знаний путем рассмотрения теоретических вопросов дисциплины

- **практические занятия**, цель проведения которых – формирование умений путем выполнения практико-ориентированных заданий;

- **внеаудиторная самостоятельная работа**, цель которой – закрепление полученных знаний, подготовка к практическим занятиям, приобретение опыта самостоятельной работы с различными источниками информации.

Для успешного усвоения нового материала необходимо просматривать ранее пройденный материал по соответствующим предметам и разделам.

Для подготовки к практическим занятиям в библиотеке МИЭТ имеются учебно-методические пособия. Полезно воспользоваться учебно-методическим обеспечением для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, URL: <http://orioks.miet.ru/>)

Для решения комплексной задачи и изучения материала модулей 4 и 5 потребуется работа с периодическими изданиями, такими, как журнал «Известия вузов. Материалы электронной техники», журнал «Российские нанотехнологии» и др.

Подготовкой портфолио необходимо начать заниматься с первых дней семестра, не устранившись от активного участия во всех видах занятий.

Студентам рекомендуется регулярно посещать предусмотренные расписанием консультации с преподавателем.

11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины предусмотрен **зачет с оценкой**, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на накопительно – балльной системе. Для сдачи зачета с оценкой по дисциплине разработаны ФОСы, включающие тестовые задания, контрольные задания и практико-ориентированное задание по проверке сформированности подкомпетенций с методическими указаниями по их выполнению и критериями оценки.

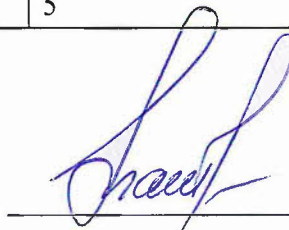
По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
71 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ, к.т.н., доцент



Л.И.Матына

Рабочая программа дисциплины «Современные методы исследования материалов электронной техники» по направлению подготовки 28.04.03 «Нanomатериалы», направленности (профилю) «Синхротронное излучение в технологии наноматериалов» разработана в институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 27 июня 2023 года, протокол № 27

Директор Института ПМТ



/С.А.Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

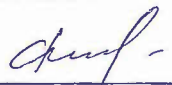
Начальник АНОК



/ И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



/ Т.П.Филиппова /