

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт радиоэлектроники и телекоммуникаций
Кафедра Нанотехнологий в электронике

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины
«Экспериментальные методы исследования
и метрология наноструктур»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.06.02**

Направление подготовки: **11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Нанотехнологии в электронике**

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская**

Разработчик: доцент кафедры НТвЭ М.В. Морозов

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.

1.1. Цель изучения дисциплины.

Целью преподавания дисциплины является изучение основных методов исследования наноструктур и приобретение базовых навыков проведения работ на исследовательском метрологическом оборудовании.

1.2. Задачи дисциплины.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучить теоретические основы методов экспериментального исследования и метрологии наноструктур;
- изучить принципы и критерии выбора методики экспериментального исследования структуры, химического состава, оптических и электрофизических свойств наноструктур;
- овладеть различными методами экспериментального исследования и анализа наноструктур;
- приобрести базовые навыки проведения работ на исследовательском метрологическом оборудовании.

1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования и метрология наноструктур» изучается в 6-м и 7-м семестрах и входит в состав дисциплин по выбору учебного плана 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины.

ПК-2 - способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

ПК-3 - готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ.

2.1. Структура дисциплины, ее трудоемкость и применяемые образовательные технологии.

Таблица 1. Распределение фонда времени по видам занятий.

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды составляющих компетенций	Формы текущего контроля успеваемости
		лекции	лаб. работы	пр. занят.	сам. работа		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Раздел 1. Основы оптической микроскопии</i>						ФОСТК-1	
Тема 1.1. Основные понятия и принципы в оптики	11/1	2	2	2/1	5	ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 1.2. Классический оптический микроскоп. Объективы и их параметры.	11/2	2	2/1	2/1	5	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 1.3. Аберрации и их устранение	14/2	2	2/1	2/1	8	ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 1.4. Контрастирование в микроскопии и его принципы	11/2	2	2/1	2/1	5	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 1.5. Специальные методы оптической микроскопии	11/1	2	2	2/1	5	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 1.6. Спектрофотометрические методы	14/1	2	2	2/1	8	ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В	отчет по лабораторным и практическим работам
<i>Раздел 2. Зондовая микроскопия</i>						ФОСТК-2	
Тема 2.1. Сканирующая туннельная микроскопия	11/2	2	2/1	2/1	5	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 2.2. Контактная атомно-силовая микроскопия	11/1	2	2	2/1	5	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 2.3. Полуконтактная атомно-силовая микроскопия	14/1	2	2	2/1	8	ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Зачёт:						ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	ФОСПА-1
Всего за семестр:	108/13	18	18/4	18/9	54		
<i>Раздел 3. Методы сканирующей микроскопии</i>						ФОСТК3	
Тема 3.1. Бесконтактная атомно-силовая микроскопия	20/2	2	4/1	2/1	12	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 3.2. Многопроходные методики ЗМ	11/2	2	4/1	2/1	3	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 3.3. Нанолитография и методы наносборки	20/2	2	4/1	2/1	12	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 3.4. Введение в электронную микроскопию	11/2	2	4/1	2/1	3	ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 3.5. Растровая электронная микроскопия (РЭМ).	20/2	2	4/1	2/1	12	ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 3.6. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)	11/2	2	4/1	2/1	3	ПК – 2.3 ПК – 2.У ПК – 2.В	отчет по лабораторным и практическим работам

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 3.7. Микронзондовый рентгеноспектральный анализ на базе ЭДС	20/2	2	4/1	2/1	12	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 3.8. Микронзондовый рентгеноспектральный анализ на базе ВДС	16/2	2	4/1	2/1	8	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Тема 3.9. Дополнительные возможности и опции электронной микроскопии	15/2	2	4/1	2/1	7	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	отчет по лабораторным и практическим работам
Экзамен:	36				36	ПК – 3.3 ПК – 3.У ПК – 3.В	ФОСПА-2
Всего за семестр:	180/18	18	36/9	18/9	108		
Всего за 2 семестра:	288/31	36	54/13	36/18	162		

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

3.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

3.1.1. Основная литература.

1. Марголин В. И., Жабрев В. А., Лукьянов Г. Н., Тупик В. А. Введение в нанотехнологии. – М.: Издательство "Лань", 2012. – 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/4310>.

2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие — 4-е изд. (эл.). — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний 2015 г.— 434 с. — Электронное издание. — ISBN 978-5-9963-2601-3. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=350196>.

3.1.1. Дополнительная литература.

3. Пул-мл., Чарльз П. Нанотехнологии : учеб. пособие для студ. вузов / Ч. П. Пул-мл., Ф. Дж. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2010. - 330 с.

4. Ковшов Анатолий Николаевич. Основы нанотехнологии в технике : учеб. пособие для студ. вузов / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов . - М. : Академия, 2009. - 240 с.

3.2. Информационное обеспечение дисциплины.

3.2.1. Основное информационное обеспечение.

1. Морозов М.В. Методические указания по дисциплине «Экспериментальные методы исследования и метрология наноструктур». [Электронный ресурс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» ФГОС 3 (ИРЭТ) / КНИТУ-КАИ, Казань, 2015. – Доступ по логину и паролю. URL: https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/file?cmd=view&mode=designer&content_id=115831_1&course_id=9929_1.

2. Электронная библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <https://kai.ru/web/naucno-tehniceskaa-biblioteka>

3.3. Кадровое обеспечение.

3.3.1. Базовое образование.

Высшее образование в предметной области электроники и наноэлектроники и/или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и/или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области электроники и наноэлектроники и/или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.