

**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 Конструирования и технологии производства электронных**  
**средств**

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе учебной дисциплины

**«ЗОНДОВЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.02.02**

Направление: **11.04.03 "Конструирование и технология электронных**  
**средств"**

Квалификация: **магистр**

Магистерская программа: **Проектирование и технология**  
**радиоэлектронных средств**

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская,**  
**проектно-конструкторская**

Разработчик: доцент кафедры НТвЭ **М.В. Морозов**

Казань 2017 г.

## Раздел 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является подготовка магистра, владеющего основами зондовых нанотехнологий в электронике, умеющего применять их на практике для исследования и модификации поверхностей различных объектов.

### 1.2 Задачи дисциплины

- получить представления о возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) для исследования характеристик поверхностей различных физических объектов
- ознакомиться с современным состоянием СЗМ и тенденциях ее развития для использования в различных областях науки и техники,
- овладеть навыками работы на сканирующих зондовых микроскопах,
- научиться планировать исследования с применением СЗМ

### 1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Зондовые нанотехнологии в электронике» изучается в 1-м и 2-м семестрах и входит в состав дисциплин по выбору Блока 1 учебного плана 11. 04. 03 «Конструирование и технология электронных средств».

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

ПК-4 – Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты

ПК-6 - Способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников

## РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1 Структура дисциплины, ее трудоемкость

Распределение фонда времени по видам занятий

| Наименование раздела и темы                                  | Всего часов | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/ интерактивные часы) |           |          |           | Коды составляющих компетенций | Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств) |
|--|-------------|--|-----------|----------|-----------|-------------------------------|---|
|  |             | лекции   | лаб. раб. | пр. зан. | сам. раб. |                               |   |
| <b>РАЗДЕЛ 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗОНДОВЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В</b> |             |  |           |          |           |                               |   |
| <i>ФОС ТК-1</i>  |             |  |           |          |           |                               |   |

| <b>ЭЛЕКТРОНИКЕ</b>  |            |          |      |      |     |   |  |
|---|------------|----------|------|------|-----|---|--|
| Тема 1.1. Модификация поверхности.  | 10         | 2        |      | -    | 8   | ПК-4.3; ПК-6.3                                      | Тест текущего контроля<br>Защита отчетов по лабораторным работам                                 |
| Тема 1.2. Основные методики и режимы работы СЗМ   | 16/2       | 4/1      | 4/1  | -    | 8   | ПК-4.3; ПК-4.У;<br>ПК-6.3; ПК-6.У                   |  |
| Тема 1.3. Методики измерения физико-химических свойств различных материалов с помощью СЗМ             | 16/1       | 2        | 4/1  | -    | 10  | ПК-4.У; ПК-4.В;<br>ПК-6.У; ПК-6.В                   |  |
| <b>РАЗДЕЛ 2. ДЕТАЛИ УСТРОЙСТВА СКАНИРУЮЩИХ ЗОНДОВЫХ МИКРОСКОПОВ</b>                                   |            |          |      |      |     |   | <i>ФОС ТК-2</i>  |
| Тема 2.1 Устройство сканеров СЗМ.   | 18/2       | 2/1      | 4/1  | -    | 12  | ПК-4.3; ПК-4.У<br>ПК-6.3; ПК-6.У                    | Тест текущего контроля<br>Защита отчета по лабораторным работам                                  |
| Тема 2.2. Устройство кантиллеров  | 12         | 2        |      |      | 10  | ПК-4.3; ПК-4.У<br>ПК-6.3; ПК-6.У;                   |  |
| Зачет:  |            |          |      |      |     | ПК-4.3; ПК-4.У<br>ПК-4.В; ПК-6.3;<br>ПК-6.У; ПК-6.В | <i>ФОС ПА- 1</i>   |
| Всего за 1-й семестр:   | 72/5       | 12/2     | 12/3 |      | 48  |   |  |
| <b>РАЗДЕЛ 3. ПРИМЕНЕНИЕ СЗМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ</b> |            |          |      |      |     |   | <i>ФОС ТК-3</i>  |
| Тема 3.1 Ключевые черты СЗМ, средства обработки изображений СЗМ                                       | 40/5       | 4/1      | 8/2  | 4/2  | 24  | ПК-4.3; ПК-4.У<br>ПК-4.В; ПК-6.3;<br>ПК-6.У; ПК-6.В | Тест текущего контроля<br>Защита отчетов по лабораторным работам.<br>Решение практических задач. |
| Тема 3.2. Способы оценки шероховатости поверхностей.  | 38/5       | 4/1      | 8/2  | 4/2  | 22  | ПК-4.3; ПК-4.У<br>ПК-4.В; ПК-6.3;<br>ПК-6.У; ПК-6.В |  |
| Тема 3.3. Математическое моделирование шероховатых поверхностей с использованием фрактального анализа | 30/2       | 4        |      | 4/2  | 22  | ПК-4.3; ПК-4.У<br>ПК-4.В; ПК-6.3;<br>ПК-6.У; ПК-6.В |  |
| Курсовая работа   | 36         |          |      |      | 36  | ПК-4.У; ПК-4.В;<br>ПК-6.У; ПК-6.В                   | <i>ФОС ПА-2</i>  |
| Экзамен   | 36         |          |      |      | 36  | ПК-4.3; ПК-4.У<br>ПК-4.В; ПК-6.3;<br>ПК-6.У; ПК-6.В | <i>ФОС ПА-3</i>  |
| Всего за 2-й семестр:   | 180/<br>12 | 12/2     | 16/4 | 12/6 | 140 |   |  |
| <b>ИТОГО:</b>   | 252<br>/17 | 24/<br>4 | 28/7 | 12/6 | 188 |   |  |

## **Раздел 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **3.1.1 Основная литература:**

1. 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>— Загл. с экрана.
2. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для студ. вузов / В. А. Богуслаев [и др.] ; под общ. ред. В. А. Богуслаева. - Запорожье : Мотор Сич, 2014. - 208 с. (10экз.)

#### **3.1.2 Дополнительная литература:**

1. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учеб. пособие для вузов / В.Л. Миронов ; РАН; Ин-т физики микроструктур г. Нижний Новгород. - М. : Техносфера, 2004. - 144 с. – 38 экз.
2. Неволин, Владимир Кириллович. Зондовые нанотехнологии в электронике : учеб. пособие для студ. вузов / В.К. Неволин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2006. - 160 с. - (Мир электроники). - ISBN 5-94836-098-9. – 50 экз.
3. 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. – 64 экз.

## **3.2 Информационное обеспечение дисциплины**

### **3.2.1 Основное информационное обеспечение**

1. Морозов М.В. «Зондовые нанотехнологии в электронике». [Электронный ресурс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки магистров 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» ФГОС 3 (ИРЭТ) / КНИТУ-КАИ, Казань, 2015. – Доступ по логину и паролю. URL:

[https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=154685\\_1&course\\_id=11138\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=154685_1&course_id=11138_1)

## **3.3 Кадровое обеспечение дисциплины**

### **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.