

**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  
**«Наноэлектроника»**

Индекс по учебному плану: **Б1.Б.17**

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

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Нанотехнологии в электронике**

Вид профессиональной деятельности: **научно-исследовательский**

Разработчик: проф. кафедры НТВЭ д.т.н. Д.М. Пашин

ст. преп. кафедры НТВЭ С.В. Спиридонов

## **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Цель изучения дисциплины**

Изучение дисциплины «Нанoeлектроника» формирует у студентов знания о фундаментальных физических закономерностях явлений в наноразмерных твердотельных структурах, об их электронных, магнитных, оптических свойствах и о возможностях их применения в электронике.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Основными задачами дисциплины являются:

- знать, что такое наноразмерные структуры, какими технологическими методами они формируются, каковы их основные электронные и оптические свойства, какие электронные и оптоэлектронные приборы могут быть созданы на их основе;

- уметь характеризовать эффекты, определяющие электронные и оптические свойства наноразмерных структур и приборов на их основе, анализировать преимущества и ограничения приборов нанoeлектроники в сравнении с другими электронными и оптоэлектронными приборами;

- приобрести навыки выбора технологических средств для создания приборов нанoeлектроники, методов компьютерного моделирования параметров нано-электронных приборов.

### **1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина «Нанoeлектроника» изучается в 7-м семестре и входит в состав дисциплин по выбору Блока 1 учебного плана 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина опирается на предшествующие знания, полученные при изучении таких дисциплин, как Б1.Б.20 Физические основы электроники, Б1.Б.16 Наноразмерные системы, Б1.В.ДВ.02.02 Физические основы наносистем, Б1.Б.18 Схемотехника; необходима для освоения последующих дисциплин, таких как Б1.В.17 Технологические процессы нанoeлектроники, а также для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

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

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

– ОПК-5; способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

– ПК-2; способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования

параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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

## РАЗДЕЛ 1. 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/ интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Физические основы наноэлектроники.</b>							<i>ФОС ТК-1 тесты</i>
Тема 1.1. Квантовое ограничение.	3	1	-	-	2	ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-2.3	Устный опрос
Тема 1.2. Полупроводниковые гетероструктуры.	7/2	1	2/1	2/1	2	ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-3.3 ПК-3.У	Отчет по лабораторным работам. Отчет по практическим работам.
Тема 1.3. Сверхрешетки.	8/1	2	2/1	-	4	ОПК-5.3 ОПК-5.У ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В	Отчет по лабораторным работам
Тема 1.4. Влияние квантово-размерных эффектов на свойства вещества	8/1	2	-	2/1	4	ПК-2.У ПК-3.У ПК-3.В	Отчет по практическим работам
<b>Раздел 2. Способы формирования квантово-размерных наноструктур.</b>							<i>ФОС ТК-2 тесты</i>
Тема 2.1. Формирование квантовых точек	8/1	2	-	2/1	4	ОПК-5.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-3.3 ПК-3.У ПК-3.В	Отчет по практическим работам
Тема 2.2. Формирование квантовых проволок (нитей).	8/1	2	2/1	-	4	ПК-2.У ПК-2.В	Отчет по лабораторным работам
Тема 2.3. Формирование квантовых ям	6	2	-	-	4	ПК-2.У ПК-2.В ПК-3.У ПК-3.В	Устный опрос.
<b>Раздел 3. Квантовые эффекты.</b>							<i>ФОС ТК-3 тесты</i>

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 3.1. 2D-электронный газ в магнитном поле.	8/1	2	-	2/1	4	ОПК-5.У ПК-2.3 ПК-2.У ПК-3.У	Отчет по практическим работам.
Тема 3.2 Целочисленный и дробный квантовый эффект Холла.	6	2	-	-	4	ПК-2.В ПК-3.3 ПК-3.У	Устный опрос
Тема 3.3. Эффект Ааронова-Бома.	8/1	2	-	2/1	4	ОПК-5.У ПК-2.3 ПК-2.У ПК-3.3	Отчет по практическим работам
Тема 3.4. Эффект Штарка.	6	2	-	-	4	ПК-2.3 ПК-2.У ПК-3.У	Устный опрос
Тема 3.5. Квантово-размерный эффект Штарка в гетеронаноструктурах с квантовыми ямами.	8	2	2	-	4	ОПК-5.В ПК-3.3 ПК-3.У ПК-3.В	Отчет по лабораторным работам.
Тема 3.6. Туннельный эффект.	10/2	2	2/1	2/1	4	ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В	Отчет по лабораторным работам. Отчет по практическим работам.
Тема 3.7. Эффект Джозефсона.	6	2	-	-	4	ПК-2.У ПК-2.В ПК-3.У ПК-3.В	Устный опрос.
Тема 3.8. Кулоновская блокада.	10/1	2	2	2/1	4	ПК-2.3 ПК-2.В	Отчет по лабораторным работам. Отчет по практическим работам
<b>Раздел 4. Устройства наноэлектроники.</b>							<i>ФОС ТК-4 тесты</i>
Тема 4.1. Приборы на резонансном туннелировании.	10/1	2	2	2/1	4	ПК-3.3 ПК-3.У ПК-3.В	Отчет по лабораторным работам. Отчет по практическим работам.
Тема 4.2. Приборы на одноэлектронном туннелировании.	8/1	2	-	2/1	4	ОПК-5.У ПК-2.У ПК-3.У	Отчет по практическим работам.
Тема 4.3. Устройства на основе сверхрешеток.	8	2	2	-	4	ПК-2.3 ПК-3.3	Отчет по лабораторным работам.
Тема 4.4. Транзисторы с высокой подвижностью.	8	2	2	-	4	ПК-2.В ПК-3.В	Отчет по лабораторным работам.
Экзамен:					36	ОПК-5.3 ОПК-5.У ОПК-5.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В ПК-3.3 ПК-3.В ПК-3.У	<i>ФОС ПА</i>
Всего за 7-й семестр	144/12	36	18	18	72		
ИТОГО:	180/13	36	18/4	18/9	108		

## РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 3.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

#### 3.1.1. Основная литература.

1. Наноэлектроника: Учеб. пособие. П.Е.Троян, Ю.В.Сахаров . Томск. Изд-во Томск. гос. ун-та. 2010. 88с.

### **3.1.2. Дополнительная литература.**

2. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2035>

### **3.2. Информационное обеспечение дисциплины.**

#### **3.2.1. Основное информационное обеспечение.**

1. И.Б. Аксенов, Наноэлектроника. Конспект лекций. [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/blankPage?cmd=view&content\\_id=51364\\_1&course\\_id=8402\\_1&mode=reset](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=51364_1&course_id=8402_1&mode=reset)

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 микроэлектроники и технологии радиоэлектронных средств и/или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и/или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области микроэлектроники и технологии радиоэлектронных средств и/или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.