Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Элементы и приборы наноэлектроники

Образовательная программа: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль: Микроэлектроника и наноэлектроника

Курс: 4, семестр : 8

Факультет радиотехники и электроники,

| | | **Семестр** |
|---|---|---|
| **№** | **Вид деятельности** | **8** |
| **1** | Всего зачетных единиц (кредитов) | 4 |
| **2** | Всего часов | 144 |
| **3** | Всего занятий в контактной форме, час. | 42 |
| **4** | Лекции, час. | 12 |
| **5** | Практические занятия, час. | 24 |
| **6** | Лабораторные занятия, час. | 0 |
| **7** | из них в активной и интерактивной форме, час. | 8 |
| **8** | из них практической подготовки, час. | 4 |
| **9** | Аттестация, час. | 2 |
| **10** | Консультации, час. | 4 |
| **11** | Самостоятельная работа, час. | 102 |
| **12** | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе) | Р контр. |
| **13** | Вид аттестации | Э |

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

ФГОС введен в действие приказом №927 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 10.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Остертак Д. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Остертак Д. И.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

| Группа | Компетенции |
|---|---|
| | **Индикаторы достижения компетенций** |
| Профессиональные компетенции | ПК-5/НА Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования |
| | ПК-5/НА. 2 Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков |
| Профессиональные компетенции | ПК-6/НА Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения |
| | ПК-6/НА. 2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков |

## 2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

| Индикаторы достижения компетенций | Формы организации занятий |
|---|---|
| **Результаты обучения** | |
| **ПК-5/НА. 2 Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков** | |
| Владеть навыками расчета основных параметров материалов и компонентов микро- и наносистемной техники | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **ПК-6/НА. 2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков** | |
| знать физические свойства систем с пониженной размерностью, методы их создания | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| знать особенности проявления квантовых эффектов в базовых элементах наноэлектроники, их классификацию | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| Знать эффективные направления применения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 8** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Физика поверхности** | | | | | |
| 1. Методы исследования поверхности | 2 | 0 | 0 | ПК-6/НА.2 | лекция |
| **Дидактическая единица: Полевые транзисторы и МДП структуры** | | | | | |
| 2. Полевой транзистор с полевым затвором | 2 | 0 | 2 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | лекции |
| 3. Эффекты сильных полей в короткоканальных МДПТ | 2 | 0 | 0 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | Ленкция |
| **Дидактическая единица: Полупроводниковые гетеропереходы** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. Гетероструктуры с квантовыми точками | 2 | 0 | 2 | ПК-6/НА.2 | лекция |
| **Дидактическая единица: Основы одноэектроники** | | | | | |
| 5. Одноэлектронный транспорт | 2 | 0 | 2 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | лекция |
| **Дидактическая единица: Спинтроника и основы криптографии** | | | | | |
| 6. Магниточувствительные элементы | 1 | 0 | 1 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | лекция |
| **Дидактическая единица: Мезоскопические приборы** | | | | | |
| 7. Спинтроника | 1 | 0 | 0 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | лекция |

| Темы практических занятий | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 8** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Физика поверхности** | | | | | |
| 1. поверхностные состояния | 6 | 0 | 0 | ПК-6/НА.2 | задачи |
| 2. Барьер Шоттки | 2 | 0 | 0 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | задачи |
| **Дидактическая единица: Полевые транзисторы и МДП структуры** | | | | | |
| 3. Полевой транзистор с полевым затвором | 6 | 4 | 0 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | Практика |
| **Дидактическая единица: Полупроводниковые гетеропереходы** | | | | | |
| 4. Спонтанное упорядочение полупроводниковых структур | 4 | 0 | 0 | ПК-6/НА.2 | Практика |
| **Дидактическая единица: Спинтроника и основы криптографии** | | | | | |
| 5. элементы на основе туннелирования | 2 | 0 | 1 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | практика |
| **Дидактическая единица: Мезоскопические приборы** | | | | | |
| 6. Логические операции , примеры реализации | 4 | 0 | 0 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | задачи |

| Темы для самостоятельного изучения | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 8** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Основы одноэектроники** | | | | | |
| 1. Одноэлектронный транспорт | 10 | 0 | 0 | ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2 | работа с литературой |
| **Дидактическая единица: Мезоскопические приборы** | | | | | |
| 2. Квантовые интерферометры | 10 | 0 | 0 | ПК-5/НА.2 | работа с литературой |

### 3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

| № | Темы занятий | Формы организации занятий | Содержание практической подготовки (виды работ) |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Полевой транзистор с полевым затвором | Пр | Выполняет следующие виды работ: полевой транзистор с полевым затвором |

### 3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

| № | Виды самостоятельной работы | Индикаторы достижения компетенций | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 8** | | | | |
| 1 | Контрольные работы | ПК-6/НА.2 | 10 | 0 |
| : Драгунов В. П. Специальные главы наноэлектроники : [учебное пособие] / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020.- 102, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243226 | | | | |
| 2 | РГЗ/Реферат | ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2 | 30 | 0 |
| : Драгунов В. П. Специальные главы наноэлектроники : [учебное пособие] / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020.- 102, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243226 | | | | |
| 3 | Подготовка к занятиям | ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2 | 10 | 0 |
| : Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 | | | | |
| 4 | Дополнительная учебная деятельность | ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2 | 10 | 0 |
| : Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 | | | | |
| 5 | Подготовка к аттестации | ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2 | 22 | 4 |
| : Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413 | | | | |
| 6 | Самостоятельное изучение теоретического материала | ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2 | 20 | 0 |
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Драгунов В. П. Специальные главы наноэлектроники : [учебное пособие] / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020.- 102, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243226 | | | | |

### 3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

| Деятельность | Информационно-коммуникационные технологии |
|---|---|
| Информирование | e-mail |
| Консультирование | Личный типовой сайт |

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

| № | Наименование активных форм |
|---|---|
| 1 | Дискуссия |
| **Краткое описание применения:** обсуждение докладов | |

## 4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Мин. балл | Максимальный балл |
|---|---|---|
| **Семестр: 8** | | |
| *Подготовка к занятиям:* | 0 | |
| *Дополнительная учебная деятельность:* | 0 | |
| *Самостоятельное изучение теоретического материала:* | 0 | |
| *Практические занятия:* | 4 | 10 |
| *Контрольные работы:* | 8 | 20 |
| *РГЗ/Реферат:* | 14 | 30 |
| *Экзамен:* | 24 | 40 |

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

| Коды компетенций | Индикаторы достижения компетенций | Формы контроля | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Контр. раб. | Защита РГЗ/Р | Экзамен |
| **ПК-5/НА** | ПК-5/НА 2. Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков | | + | + |
| **ПК-6/НА** | ПК-6/НА 2. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков | + | + | + |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 5. Литература

*Основная литература*

**1.** Васильев В. Ю. Современное производство изделий микроэлектроники : [учебное пособие] / В. Ю. Васильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 86, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241180

**2.** Антонова И. В. Специальные главы микро- и наносистем в технике и технологии. В 2 ч. Ч. 1. Сенсоры, транзисторы и гетероструктуры на основе 2D-материалов для электронных приложений : учебное пособие / И. В. Антонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2024.- 62, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=229232

*Дополнительная литература*

**1.** Антонова И. В. Специальные главы микро- и наносистем в технике и технологии. В 2 ч. Ч. 2. Гибкая и печатная электроника на основе 2D-материалов, стрейнтроника : учебное пособие / И. В. Антонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2024.- 108, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=229250

*Интернет-ресурсы*

**1.** Перлин Е. Ю. Лекции по физике твердого тела : учеб. пособие./ Е. Ю. Перлин, А. В. Иванов. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – Ч. 2. – 134 с. – URL: https://books.ifmo.ru/book/2277/lekcii_po_fizike_tverdogo_tela._chast_2:_uchebnoe_posobie..htm (дата обращения: 17.06.2026).

## 6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

*6.1 Методическое обеспечение*

**1.** Твердотельная электроника : учебно-методическое пособие : лабораторный практикум / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Драгунов В. П., Остертак Д. И.]. - Новосибирск, 2011. - 51 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154413

**2.** Драгунов В. П. Специальные главы наноэлектроники : [учебное пособие] / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020.- 102, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243226

*6.2 Специализированное программное обеспечение*

**1** Операционная система Microsoft Windows

**2** Пакет офисных приложений Microsoft Office

*6.3 Информационные технологии*

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

## 7. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet ) | Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet |

Специальное оборудование

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Комплект мультимедийного оборудования | Используется в учебном процессе |