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
Материалы и методы нанотехнологий

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)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	40
4	Лекции, час.	24
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	12
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	из них практической подготовки, час.	12
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	2
11	Самостоятельная работа, час.	68
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

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	
Уметь применять методы моделирования с целью эффективной оптимизации свойств материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, процессов нанотехнологий и методов нанодиагностики	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Владеть навыками расчета основных параметров материалов и компонентов микро- и наносистемной техники	Самостоятельная работа
Уметь применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК-6/НА. 2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков	
Знать классификацию металлов, сплавов, пассивных и активных диэлектрических и магнитных материалов, полупроводников и их соединений, композиционных материалов по их физико-химическим, электрическим и оптическим свойствам и назначению	Лекции; Самостоятельная работа
Знать физико-математические и физико-химические модели процессов нанотехнологии	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знать эффективные направления применения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знать фундаментальные основы процессов синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Лекции; Самостоятельная работа
Знать основные виды и свойства наноматериалов, типовые технологические процессы их получения, а также типовое оборудование	Лекции; Лабораторные работы; 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

Семестр: 8				
Дидактическая единица: Материалы электроники для нанотехнологий				
2. Гетероструктуры и системы полупроводниковых материалов на основе твердых растворов A3B5.	6	0	0	ПК-6/НА.2
Дидактическая единица: Основы теории зародышеобразования.				
3. Зародышеобразование в тонких пленках.	6	0	0	ПК-6/НА.2
Дидактическая единица: Двумерные гетероэпитаксиальные полупроводниковые системы.				
4. Гетероструктуры с квантовыми ямами.	6	0	0	ПК-6/НА.2
Дидактическая единица: Туннельно-зондовая нанотехнология.				
5. Формирование нанорельефа поверхнсти подложек.	6	0	0	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 8					
Дидактическая единица: Материалы электроники для нанотехнологий					
1. Исследование структуры углеродных нанотрубок.	3	3	2	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2	Работа в лаборатории ИФП СО РАН.
Дидактическая единица: Основы теории зародышеобразования.					
2. Основы гетероэпитаксиального роста.	3	3	2	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2	Изучение основ гетероэпитаксиального роста при молекулярно-лучевой эпитаксии.
Дидактическая единица: Двумерные гетероэпитаксиальные полупроводниковые системы.					
3. Эпитаксиальное наращивание.	3	3	2	ПК-6/НА.2	Лабораторная работа по теме эпитаксиальное наращивание методом сублимации в вакууме.
Дидактическая единица: Туннельно-зондовая нанотехнология.					
4. Сканирующая зондовая литография.	3	3	2	ПК-5/НА.2	Работа в лаборатории ИФП.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 8					
Дидактическая единица: Материалы электроники для нанотехнологий					
1. Нанокристаллы, нанотрубки, технология изготовления структурв и свойства.	6	0	0	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2	ргз
1. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка.	4	0	0	ПК-6/НА.2	Работа с литературыми источниками по теме.
Дидактическая единица: Основы теории зародышеобразования.					
2. Гомо- и гетероэпитаксия.	4	0	0	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2	Работа с литературными источниками.

Дидактическая единица: Двумерные гетероэпитаксиальные полупроводниковые системы.					
3. Самоорганизация квантовых точек и нитей.	10	0	0	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2	Работа с литературй.
Дидактическая единица: Туннельно-зондовая нанотехнология.					
4. Локальная модификация полупроводниковых подложек.	10	0	0	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2	Работа с литературой.
5. Базовыетехнологические процессы в производстве материалов и компнентов нано- и микрсистемной техники.	8	0	0	ПК-6/НА.2	Работа с литературой.
6. Подготовка к зачету и оформление РГЗ.	6	0	0	ПК-5/НА.2, ПК-6/НА.2	Работа с литературой для подготовке к защите РГЗ с сдаче зачета.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Исследование структуры углеродных нанотрубок.	Лб	Выполняет следующие виды работ: работа в лаборатории ИФП СО РАН.
2	Основы гетероэпитаксиального роста.	Лб	Выполняет следующие виды работ: изучение основ гетероэпитаксиального роста при молекулярно-лучевой эпитаксии.
3	Эпитаксиальное наращивание.	Лб	Выполняет следующие виды работ: лабораторная работа по теме эпитаксиальное наращивание методом сублимации в вакууме.
4	Сканирующая зондовая литография.	Лб	Выполняет следующие виды работ: работа в лаборатории ИФП.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ/Реферат	ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2	20	0
ргз: 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	Подготовка к занятиям	ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2	0	0
работа с литературой: 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	Дополнительная учебная деятельность	ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2	0	0
подготовка презентации: 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				
4	Подготовка к аттестации	ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2	0	2

работа с литературой: 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				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-5/НА.2,ПК-6/НА.2	48	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	Портал НГТУ
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

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	Максимальный балл
Семестр: 8	
Подготовка к занятиям:	20
Дополнительная учебная деятельность:	
Самостоятельное изучение теоретического материала:	
Лекция:	10
Лабораторная:	30
РГЗ/Реферат:	20
Зачет:	20

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

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля		
		Защита Л/Р	Защита РГЗ/Р	Зачет
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. Антонова И. В. Графен и другие двумерные материалы. Свойства и методы получения : учебное пособие / И. В. Антонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т .- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 88, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=226285

Дополнительная литература

1. 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

2. 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. eLIBRARY.RU (Научная электронная библиотека РФФИ) [Электронный ресурс]. – [Россия], 1998. – Режим доступа: http://(www.elibrary.ru). – Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

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

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Пакет офисных приложений Microsoft Office

2 Операционная система Microsoft Windows

3 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

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Учебная нанолаборатория NanoEducator-4	Используется для лабораторных работ
2	Учебная нанолаборатория NanoEducator-4	Используется для лабораторных работ
3	СТАБИЛИЗАТОР 4208	Используется в учебном процессе