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 элементная база наноэлектроники

Образовательная программа: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, магистерская программа: Материалы микро- и наносистемной техники

Курс: 1, семестр : 2

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**2**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	42
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	из них практической подготовки, час.	9
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	138
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): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №921 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): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

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-1/НА Готов формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач
	ПК-1/НА. 1 Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники
	ПК-1/НА. 3 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований
Профессиональные компетенции	ПК-2/НА Готов разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты
	ПК-2/НА. 1 Знает структуру методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик
	ПК-2/НА. 2 Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники
	ПК-2/НА. 3 Владеет навыками разработки методик проведения исследований и измерений

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	**Формы организации занятий**
Результаты обучения	
ПК-1/НА. 1 Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники	
Имеет представление о применении наногетероструктур для создания полупроводниковых приборов	Лекции; Самостоятельная работа
ПК-1/НА. 3 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований	
Имеет опыт расчета ключевых параметров приборов наногетероструктураной электроники	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-2/НА. 1 Знает структуру методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик	
Знать принципы, лежащие в основе работы приборов наногетероструктурной электроники	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-2/НА. 2 Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники	
Знать основные особенности конструкции приборов наногетероструктурной электроники	Лекции; Самостоятельная работа
ПК-2/НА. 3 Владеет навыками разработки методик проведения исследований и измерений	
Знает основные физические процессы, протекающие в наногетероструктурах и обеспечивающие работу устройств на их основе	Лекции; 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: 2					
Дидактическая единица: Наногетероструктурная СВЧ-электроника					
1. Основные тенденции развития наногетероструктурной СВЧ-электроники. Основные полупроводниковые материалы, область их применения.	2	0	0	ПК-1/НА.1	Лекция
2. Явления в сильных электрических полях. Разогрев носителей заряда. Токовые шнуры и домены сильного поля.	2	0	0	ПК-2/НА.3	Лекция
3. Явления в сильных электрических полях. Особенности зонной структуры основных полупроводниковых материалов СВЧ-электроники. Механизмы отрицательной дифференциальной проводимости в наногетероструктурах.	2	0	0	ПК-2/НА.3	Лекция
4. Полупроводниковые источники СВЧ-колебаний. Диоды Ганна, генераторы на основе плазмонов, мазеры.	1	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
5. Основные элементы конструкции наногетероструктур для транзисторов СВЧ-диапазона.	1	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
6. Основные параметры транзисторов на наногетероструктурах с высокой подвижностью электронов.	1	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
7. Транспорт носителей заряда в наногетероструктурах. Приближение времени релаксации. Межподзонное рассеяние. Рассеяние на фононах.	1	0	0	ПК-1/НА.1	Лекция

8. Транспорт носителей заряда в наногетероструктурах. Рассеяние на ионизированных примесях, сплавном потенциале и на шероховатостях гетерограницы.	1	0	0	ПК-1/НА.1	Лекция
9. Применение и особенности конструкции гетероструктур на основе GaAs для транзисторов СВЧ-диапазона.	1	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
10. Применение и особенности конструкции гетероструктур на основе GaN для транзисторов СВЧ-диапазона.	1	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
11. Применение и особенности конструкции гетероструктур InAlAs/InGaAs для транзисторов СВЧ-диапазона.	1	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
12. Перспективные материалы для СВЧ-транзисторов. 2D-материалы.	2	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция
13. Применения транзисторных наногетероструктур в различных устройствах СВЧ-электроники.	2	0	0	ПК-2/НА.2, ПК-2/НА.3	Лекция

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Наногетероструктурная СВЧ-электроника					
1. Основные тенденции развития наногетероструктурной СВЧ-электроники. Основные полупроводниковые материалы, область их применения.	2	1	1	ПК-1/НА.3, ПК-2/НА.1	Практическое занятие
2. Явления в сильных электрических полях.	2	1	1	ПК-1/НА.3, ПК-2/НА.1	Практическое занятие
3. Полупроводниковые источники СВЧ-колебаний. Диоды Ганна, генераторы на основе плазмонов, мазеры.	2	1	1	ПК-1/НА.3, ПК-2/НА.1	Практическое занятие
4. Основные элементы конструкции наногетероструктур для транзисторов СВЧ-диапазона.	2	1	1	ПК-1/НА.3, ПК-2/НА.1	Практическое занятие

5. Основные параметры транзисторов на наногетероструктурах с высокой подвижностью электронов.	2	1	1	ПК-1/НА.3, ПК-2/НА.1	Практическое занятие
6. Транспорт носителей заряда в наногетероструктурах.	4	2	1	ПК-1/НА.3, ПК-2/НА.1	Практическое занятие
7. Применение и особенности конструкции гетероструктур.	4	2	2	ПК-1/НА.3, ПК-2/НА.1	Практическое занятие

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Основные тенденции развития наногетероструктурной СВЧ-электроники. Основные полупроводниковые материалы, область их применения.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров наноструктур
2	Явления в сильных электрических полях.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров наноструктур
3	Полупроводниковые источники СВЧ-колебаний. Диоды Ганна, генераторы на основе плазмонов, мазеры.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров наноструктур
4	Основные элементы конструкции наногетероструктур для транзисторов СВЧ-диапазона.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров наноструктур
5	Основные параметры транзисторов на наногетероструктурах с высокой подвижностью электронов.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров наноструктур
6	Транспорт носителей заряда в наногетероструктурах.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров наноструктур
7	Применение и особенности конструкции гетероструктур.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров наноструктур

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1/НА.3,ПК-2/НА.1	84	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	Подготовка к аттестации	ПК-1/НА.1,ПК-1/НА.3,ПК-2/НА.1,ПК-2/НА.2,ПК-2/НА.3	54	4
: 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; Чат
Консультирование	e-mail; Чат
Контроль	e-mail; Чат
Размещение учебных материалов	e-mail; Чат

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: 2		
Лекция:	5	10
Практические занятия:	5	10
РГЗ/Реферат:	30	60
Зачет:	10	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 РГЗ/Р	Зачет
ПК-1/НА	ПК-1/НА 1. Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники		+
	ПК-1/НА 3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований	+	+
ПК-2/НА	ПК-2/НА 1. Знает структуру методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик	+	+
	ПК-2/НА 2. Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники		+
	ПК-2/НА 3. Владеет навыками разработки методик проведения исследований и измерений		+

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

5. Литература

Основная литература

1. Вилисов, А. А. Светодиоды и светотехнические устройства : учебное пособие / А. А. Вилисов, В. С. Солдаткин, В. И. Туев. — Москва : ТУСУР, 2020. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/313715 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие для вузов / А. Н. Игнатов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 628 с. — ISBN 978-5-8114-5378-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/480662 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Рыбина, Н. В. Физические основы оптоэлектроники. Светодиоды : учебное пособие / Н. В. Рыбина, Н. Б. Рыбин. — Рязань : РГРТУ, 2017. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168083 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Антонова, И. В. Специальные главы микро- и наносистем в технике и технологии : учебное пособие : в 2 частях / И. В. Антонова. — Новосибирск : НГТУ, 2024 — Часть 1 : Сенсоры, транзисторы и гетероструктуры на основе 2D-материалов для электронных приложений — 2024. — 64 с. — ISBN 978-5-7782-5277-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/514504 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Полупроводники и нанотехнологии : лекции академика А. Л. Асеева в рамках курса современной экспериментальной физики под рук. проф. В. И. Тельнова для магистрантов физического фак. НГУ. – URL: https://web9.urait.ru/book/poluprovodniki-i-nanotehnologii-568929 (дата обращения: 17.08.2026). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

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

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

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

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования	Используется в учебном процессе