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
Физика низкоразмерных систем

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

Курс: 2, семестр : 3

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	44
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	9
8	из них практической подготовки, час.	1
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	6
11	Самостоятельная работа, час.	100
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	Э

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

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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
	УК-1. 1 Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы
	УК-1. 2 Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода

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	
Основные виды и свойства нанообъектов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Закономерности строения микрообъектов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 1 Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы	
Создавать адекватные физические и математические модели	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Получать и обрабатывать необходимую для организации научных исследований информацию	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 2 Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода	
о получении и изучении объектов исследования	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Использовать современные экспериментальные и теоретические методы	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: 3					
Дидактическая единица: Физические и математические основы физики низкоразмерных полупроводниковых структур					

1. Размерное квантование и условия наблюдения квантово-размерных эффектов , Структуры с двумерным электронным газом, Квантовые нити и квантовые точки. Плотность состояний в системах с пониженной размерностью. Статистика носителей в низкоразмерных структурах. Экситонные и примесные состояния в низкоразмерных структурах. Энергетический спектр сверхрешеток. Классификация сверхрешеток	6	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	лекция
Дидактическая единица: Транспорт носителей заряда в низкоразмерных полупроводниковых структурах					
2. Подвижность и время релаксации в двумерном электронном газе. Механизмы рассеяния в двумерном электронном газе. Особенности рассеяния квазидвумерных электронов в сверхрешетках. Баллистический транспорт в двумерном электронном газе. Особенности рассеяния квазидвумерных электронов в сверхрешетках. Кондактанс идеального квантового проводника в баллистическом режиме. Вертикальный перенос в системе квантовых ям. Кулоновская блокада	5	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	лекции
Дидактическая единица: Оптические свойства квантовых ям					
3. Межзонное поглощение Межуровневые переходы Оптическая ионизация квантовых ям Эффекты деполяризации	3	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	лекции
Дидактическая единица: Магнитное поле и квантовый эффект Холла					

4. Плотность состояний в системах и энергетический спектр двумерного электронного газа в магнитном поле. Кинетические явления в сильных магнитных полях. Осцилляции Шубникова-де Гааза в двумерном электронном газе. Целочисленный квантовый эффект Холла Роль эффектов локализации в квантовом эффекте Холла. Дробный квантовый эффект Холла	4	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	лекция

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Физические и математические основы физики низкоразмерных полупроводниковых структур					
1. Плотность состояний в системах с пониженной размерностью. Статистика носителей в низкоразмерных структурах	7	1	3	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	практические занятия в форме семинара
Дидактическая единица: Транспорт носителей заряда в низкоразмерных полупроводниковых структурах					
2. Подвижность электронов в системах с селективным легированием Особенности электрон-фононного взаимодействия в низкоразмерных структурах Эффект Аарона-Бома	5	0	4	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	Практические занятия в форме семинара
Дидактическая единица: Оптические свойства квантовых ям					
3. Особенности поглощения и излучения в низкоразмерных структурах	3	0	1	УК-1.1,УК-1.2	Практические занятия
Дидактическая единица: Магнитное поле и квантовый эффект Холла					
6. Эксперименты по дробному квантовому эффекту Холла и его теоретические аспекты. Квазичастицы с дробным зарядом	3	0	1	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	практические занятия в форме семинара

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность

Семестр: 3					
Дидактическая единица: Физические и математические основы физики низкоразмерных полупроводниковых структур					
2. Размерное квантование	15	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	Самостоятельное изучение литературы по теме
Дидактическая единица: Транспорт носителей заряда в низкоразмерных полупроводниковых структурах					
3. Подвижность и время релаксации	7	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	Самостоятельное изучение литературы по теме
Дидактическая единица: Оптические свойства квантовых ям					
4. Особенности поглощения и излучения в низкоразмерных структурах	7	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	Самостоятельное изучение литературы по теме
Дидактическая единица: Магнитное поле и квантовый эффект Холла					
1. Дробный квантовый эффект Холла	10	0	0	ПК-1/НА.1, УК-1.1,УК-1.2	Самостоятельное изучение литературы по теме

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Плотность состояний в системах с пониженной размерностью. Статистика носителей в низкоразмерных структурах	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач по теме

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ/Реферат	УК-1.2	8	1
: Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы наноэлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / В. П. Драгунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 106, [2] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000074043.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-1/НА.1,УК-1.1,УК-1.2	10	0
: Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы наноэлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / В. П. Драгунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 106, [2] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000074043.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.				
3	Дополнительная учебная деятельность	УК-1.1,УК-1.2	0	0
: Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы наноэлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / В. П. Драгунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 106, [2] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000074043.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.				
4	Подготовка к аттестации	ПК-1/НА.1,УК-1.2	43	5

: Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы наноэлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / В. П. Драгунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 106, [2] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000074043.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1/НА.1,УК-1.1,УК-1.2	39	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы наноэлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / В. П. Драгунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 106, [2] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000074043.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.				

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	e-mail
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	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
Лекция: посещение	10	20
Практические занятия: активная работа на семинаре	15	30
РГЗ/Реферат:	5	10
Экзамен:	20	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	
		Защита РГЗ/Р	Экзамен
ПК-1/НА	ПК-1/НА 1. Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
УК-1	УК-1 1. Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы	+	+

	УК-1 2. Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода		+

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

5. Литература

Основная литература

1. Давыдов, С. Ю. Элементарное введение в теорию наносистем : учебное пособие / С. Ю. Давыдов, А. А. Лебедев, О. В. Посредник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1565-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211496 (дата обращения: 19.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Морозов, В. Г. Физика низкоразмерных структур : учебное пособие / В. Г. Морозов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2019. — 122 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171471 (дата обращения: 19.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Краснопевцев Е. А. Статистическая физика равновесных систем (в приложении к микро- и наносистемам) : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 274, [1] с. : графики.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000072482.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.

2. Гридчин В. А. Физика микросистем. Ч. 2 : [учебное пособие для вузов] / В. А. Гридчин, И. Г. Неизвестный, В. Н. Шумский ; [Новосиб. гос. техн. ун-т].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 495 с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066370

Интернет-ресурсы

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : [сайт]. – 2000– . – URL: https://elibrary.ru/ (дата обращения: 12.08.2022). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы наноэлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / В. П. Драгунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 106, [2] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000074043.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.

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 при чтении лекций и проведении практических занятий