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

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

“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
Физические основы электроники

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи , профиль: Многоканальные телекоммуникационные системы

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.	62
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	10
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	8
11	Самостоятельная работа, час.	82
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): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №930 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 12.10.2017 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

КТРС, 31.08.2026

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

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Синельников А. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Вострецов А. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-23/ПР Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам
	ПК-23/ПР. 5 Умеет проводить инженерные расчеты в процессе выполнения технических проектов
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
	УК-1. 2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-23/ПР. 5 Умеет проводить инженерные расчеты в процессе выполнения технических проектов	
Умеет проводить расчеты электро-физических характеристик полупроводниковых приборов	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
УК-1. 2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	
Умеет анализировать процессы и явления в электронных приборах	Лекции; Самостоятельная работа
Знает физические принципы работы основных полупроводниковых приборов	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: 3					
Дидактическая единица: Строение кристаллов					
1. Элементы симметрии кристаллов. Строение кристаллов полупроводников.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
Дидактическая единица: Зонная теория полупроводников					
2. Особенности поведения электронов в твердом теле. Плотность состояний в разрешенных зонах. Функция распределения Ферми- Дирака. Энергия Ферми.	2	0	0	УК-1.2	Лекция

3. Концентрация носителей заряда в зонах. Зонные диаграммы твердых тел (E(k)) и упрощенные зонные диаграммы E(x).	2	0	0	УК-1.2	Лекция
Дидактическая единица: Параметры полупроводников					
4. Классификация полупроводников. Закон действующих масс. Уравнение электронейтральности. Определение энергии Ферми в полупроводниках.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
5. Подвижность носителей заряда. Удельная электропроводность. Диффузия. Законы диффузии.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
6. Соотношение Эйнштейна. Диффузионная и дрейфовая плотности тока. Температурная зависимость концентрации носителей заряда.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
7. Уравнение непрерывности. Основная система уравнений для расчета параметров полупроводников.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
Дидактическая единица: Контактные явления					
8. Контактные явления. Термоэлектрические эффекты Зеебека, Пельтье.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
9. Контакт Шотки (металл-полупроводник). Выпрямляющий контакт металл- полупроводник. Омический контакт Шотки. ВАХ диода Шотки.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
10. Математическая модель идеального p-n перехода (уравнение Шокли).	2	0	0	УК-1.2	Лекция
11. P-n переход в состоянии термодинамического равновесия. Основные параметры p-n перехода.	4	0	0	УК-1.2	Лекция
12. Полупроводниковый лазер. Принцип работы. Инверсная населенность.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
13. ВАХ реального диода. Туннельный, светоизлучающий диоды. Солнечный элемент.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
Дидактическая единица: Транзисторы					

14. Статические параметры БТ. Распределение неосновных носителей заряда в активном режиме. Входные и выходные ВАХ БТ в схеме с ОБ.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
15. Полевые транзисторы (ПТ). Эффект поля, образование обогащенного, обедненного и инверсного слоев.	4	0	0	УК-1.2	Лекция
16. МОП конденсатор и его вольт-фарадная характеристика. ПТ с управляющим p-n переходом. ВАХ. Полевой транзистор с изолированным затвором и индуцированным каналом.	2	0	0	УК-1.2	Лекция

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Зонная теория полупроводников					
1. Расчет зонных параметров заданного полупроводника (Si, Ge, GaAs, GaP, InP, GaN, SiC)	4	1	1	ПК-23/ПР.5	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Параметры полупроводников					
2. Расчет физических параметров заданного полупроводника (Si, Ge, GaAs, GaP, InP, GaN, SiC).	4	2	2	ПК-23/ПР.5	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Контактные явления					
3. Расчет вольтамперной характеристики идеального диода на основе p-n перехода	4	2	2	ПК-23/ПР.5	Лабораторная работа
4. Расчет параметров идеального перехода в состоянии термодинамического равновесия	4	2	2	ПК-23/ПР.5	Лабораторная работа

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Параметры полупроводников					
1. Физические параметры полупроводников.	2	2	0	ПК-23/ПР.5, УК-1.2	Самостоятельная работа
Дидактическая единица: Контактные явления					
2. Контакты металл-полупроводник (контакт Шоттки)	4	1	0	ПК-23/ПР.5, УК-1.2	Самостоятельная работа

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Расчет зонных параметров заданного полупроводника (Si, Ge, GaAs, GaP, InP, GaN, SiC)	Лб	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров физических параметров заданного полупроводника Расчет температурных зависимостей эффективной плотности состояний, ширины запрещенной зоны.
2	Расчет физических параметров заданного полупроводника (Si, Ge, GaAs, GaP, InP, GaN, SiC).	Лб	Выполняет следующие виды работ: рассчитывает физические параметры заданного полупроводника (Si, Ge, GaAs, GaP, InP, GaN, SiC).
3	Расчет вольтамперной характеристики идеального диода на основе p-n перехода	Лб	Выполняет следующие виды работ: расчет вольтамперной характеристики идеального диода на основе p-n перехода
4	Расчет параметров идеального перехода в состоянии термодинамического равновесия	Лб	Выполняет следующие виды работ: рассчитывает параметры идеального перехода в состоянии термодинамического равновесия
5	Физические параметры полупроводников.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: расчет электрофизических параметров полупроводников Расчет параметров полупроводников - удельная электропроводность, дрейфовая скорость.
6	Контакты металл-полупроводник (контакт Шоттки)	Самост.	Выполняет следующие виды работ: построение зонных диаграмм, определение типа контакта и его основных параметров Определение типа контакта по физическим параметрам металла и примесного полупроводника

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Контакт металл-полупроводник	ПК-23/ПР.5,УК-1.2	2	1
Построение зонной энергетической диаграммы, определение типа контакта, расчет параметров контакта , подробная информация приведена в приложении №3 : Дорогой С. В. Физические основы электроники. Контакты металл-полупроводник : учебно-методическое пособие / С. В. Дорогой ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2019.- 47, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241492				
2	Расчет основных параметров полупроводника (Si, Ge, GaP, GaAs, InP, GaN, SiC) и идеального диода на основе p-n перехода.	ПК-23/ПР.5,УК-1.2	30	1

Расчет физических параметров полупроводника, построение зависимостей параметров от температуры и концентрации носителей заряда. Расчет и построение характеристик идеального диода на основе p-n перехода., подробная информация приведена в приложении №4 : Расчет основных параметров полупроводников : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса факультета радиотехники и электроники по направлениям "Конструирование и технология электронных средств", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216601 Расчет параметров идеального полупроводникового диода на основе p-n-перехода : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2013. - 34, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184551				
3	Подготовка к занятиям	ПК-23/ПР.5,УК-1.2	10	2
Подготовка к защитам лабораторных работ и контрольной работе. Подготовка к экзаменам., подробная информация приведена в приложении №1 : Расчет основных параметров полупроводников : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса факультета радиотехники и электроники по направлениям "Конструирование и технология электронных средств", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216601 Расчет параметров идеального полупроводникового диода на основе p-n-перехода : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2013. - 34, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184551 Дорогой С. В. Физические основы электроники. Контакты металл-полупроводник : учебно-методическое пособие / С. В. Дорогой ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2019.- 47, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241492				
4	Параметры p-n перехода	ПК-23/ПР.5	4	1
Расчет основных параметров идеального p-n перехода, подробная информация приведена в приложении №1 : Расчет основных параметров полупроводников : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса факультета радиотехники и электроники по направлениям "Конструирование и технология электронных средств", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216601				
5	Подготовка к аттестации	ПК-23/ПР.5,УК-1.2	30	2
, подробная информация приведена в приложениях №1 №2 №3 №4 : Расчет основных параметров полупроводников : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса факультета радиотехники и электроники по направлениям "Конструирование и технология электронных средств", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216601 Расчет параметров идеального полупроводникового диода на основе p-n-перехода : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2013. - 34, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184551				
6	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-23/ПР.5,УК-1.2	7	1
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Расчет параметров идеального полупроводникового диода на основе p-n-перехода : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2013. - 34, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184551				

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	Личный типовой сайт
Консультирование	e-mail:dorogoj@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail:dorogoj@corp.nstu.ru
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Подготовка к лабораторной работе	

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		
Самостоятельное изучение теоретического материала:	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Дорогой С. В. Физические основы электроники. Контакты металл-полупроводник : учебно-методическое пособие / С. В. Дорогой ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2019.- 47, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241492"		
Лекция:	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Дорогой С. В. Физические основы электроники. Контакты металл-полупроводник : учебно-методическое пособие / С. В. Дорогой ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2019.- 47, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241492"		
Лабораторная:	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Расчет параметров идеального полупроводникового диода на основе p-n-перехода : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2013. - 34, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184551"		
Контрольные работы:	5	10
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 Л/Р	Контр. раб.	Защита РГЗ/Р	Экзамен
ПК-23/ПР	ПК-23/ПР 5. Умеет проводить инженерные расчеты в процессе выполнения технических проектов	+	+	+	+
УК-1	УК-1 2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.		+	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Данилов В. С. Анализ работы и применение активных полупроводниковых элементов : [учебное пособие] / В. С. Данилов. Ю. Н. Раков.- Новосибирск, 2017.- 416, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236931

Дополнительная литература

1. Гридчин А. В. Микродатчики и микросистемы. Краткий курс лекций : [учебное пособие] / А. В. Гридчин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 224, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000245580

Интернет-ресурсы

1. Власов, В. П. Физические основы электроники : учебное пособие / В. П. Власов, В. Н. Каравашкина. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 67 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/61571.html (дата обращения: 23.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Физика твердого тела : журнал : [сайт] / учредитель Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук. – Ежемес. – ISSN – 0367-3294. – URL: https://journals.ioffe.ru/journals/1 (дата обращения: 03.06.2021). – Текст : электронный.

3. Радиотехника и электроника : журнал. – Текст : электронный // ИКЦ Академкнига : сайт. – ISSN 0033-8494. – URL: https://sciencejournals.ru/journal/radel/ (дата обращения: 09.03.2022).

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Дорогой С. В. Физические основы электроники. Контакты металл-полупроводник : учебно-методическое пособие / С. В. Дорогой ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2019.- 47, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241492

2. Расчет параметров идеального полупроводникового диода на основе p-n-перехода : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2013. - 34, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184551

3. Расчет основных параметров полупроводников : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса факультета радиотехники и электроники по направлениям "Конструирование и технология электронных средств", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216601

4. Расчет параметров идеального полупроводникового диода на основе p-n-перехода : методические указания к выполнению расчетно-графической работы для 2 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Дорогой].- Новосибирск, 2013.- 34, [1] с. : ил., табл..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184551

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD - это интегрированная система программирования, ориентированная на проведение математических и инженерно-технических расчетов. PTC MathCAD

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

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Терминальный класс