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

Кафедра общей физики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.

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

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Физические основы электроники

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности

Курс: 2 3, семестры : 4 5

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

| | | Семестр | |
|---|---|---|---|
| № | Вид деятельности | 4 | 5 |
| 1 | Всего зачетных единиц (кредитов) | 0 | 3 |
| 2 | Всего часов | 0 | 108 |
| 3 | Всего занятий в контактной форме, час. | 2 | 13 |
| 4 | Лекции, час. | 2 | 4 |
| 5 | Практические занятия, час. | 0 | 0 |
| 6 | Лабораторные занятия, час. | 0 | 2 |
| 7 | из них в активной и интерактивной форме, час. | 0 | 0 |
| 8 | из них практической подготовки, час. | 0 | 2 |
| 9 | Аттестация, час. | 0 | 2 |
| 10 | Консультации, час. | | 5 |
| 11 | Самостоятельная работа, час. | 0 | 93 |
| 12 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе) | | Р контр. |
| 13 | Вид аттестации | | 3 |

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

ФГОС введен в действие приказом №730 от 09.08.2021 г. , дата утверждения: 03.09.2021 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, обязательная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ОФ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 7 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Стрельцов С. А.

Ответственный за образовательную программу:

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

| Группа | Компетенции |
|---|---|
| | Индикаторы достижения компетенций |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности |
| | ОПК-1. 1 Знает основные законы электротехники для электрических и магнитных цепей |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств |
| | ОПК-13. 1 Умеет разрабатывать принципиальные схемы и проектировать типовые устройства |

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

Таблица 2.1

| Индикаторы достижения компетенций | Формы организации занятий |
|---|---|
| Результаты обучения | |
| **ОПК-1. 1 Знает основные законы электротехники для электрических и магнитных цепей** | |
| о разнообразии тепловых и электрофизических свойств кристаллических твёрдых тел | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| о квантовых и статистических законах, позволяющих объяснить свойства твердых тел | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| основы зонной теории электрофизических свойств металлов, полупроводников и диэлектриков | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| основы теории контактных явлений, принципы работы p-n-перехода | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **ОПК-13. 1 Умеет разрабатывать принципиальные схемы и проектировать типовые устройства** | |
| проводить инженерный расчет устройств, использующих приборы твердотельной электроники (например, преобразователи мощность-напряжение на основе датчика Холла, стабилизатор напряжения на основе стабилитрона) | 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: 4** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Введение в физические основы электроники** | | | | | |
| 17. Вводная лекция | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций. Составление плана работы на следующий семестр |
| **Семестр: 5** | | | | | |
| **Дидактическая единица: физические свойства твердых тел** | | | | | |
| 1. Строение кристаллов. Экспериментальные методы исследования кристаллов. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Дидактическая единица: контактные явления** | | | | | |
| 8. Контакт металл-полупроводник и его вольтамперная характеристика. | 1 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |
| **Дидактическая единица: приборы твердотельной электроники** | | | | | |
| 16. N-p-n и p-n-p транзисторы. Энергетические диаграммы. | 1 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |

| Темы лабораторных работ | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 5** | | | | | |
| **Дидактическая единица: контактные явления** | | | | | |
| 11. Исследование свойств терморезистора | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Подготовка протокола, выполнение работы, защита работы |

| Темы для самостоятельного изучения | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 5** | | | | | |
| **Дидактическая единица: физические свойства твердых тел** | | | | | |
| 1. Электропроводность полупроводников. | 4 | 2 | 0 | ОПК-1.1 | Решение задач на рассматриваемую тему |
| 2. Точечные дефекты в кристаллах. Краевые и винтовые дислокации. Дислокации и пластичность. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |
| 3. Акустические и оптические типы колебаний кристаллической решетки | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |
| 4. Экспериментальные методы исследования колебательного спектра кристаллов | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |
| 5. Электропроводность металлов | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1,ОПК-13.1 | Решение задач на рассматриваемую тему |
| 5. Понятие о фононах. Законы дисперсии для акустических и оптических фононов. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. Теплоемкость кристаллов при низких и высоких температурах. Квазиимпульс фонона. Приближение сильной и слабой связи. Модель свободных электронов. Уровень Ферми. Элементы зонной теории кристаллов. Функция Блоха. Зонная структура энергетического спектра электронов. Поверхность Ферми. Число и плотность электронных состояний в зоне. Заполнение зон: металлы, диэлектрики и полупроводники. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1,ОПК-13.1 | Составление конспекта лекций |
| 7. Электропроводность металлов. Понятие о дырочной проводимости. Собственные и примесные полупроводники. Электропроводность полупроводников. Металлические и полупроводниковые терморезисторы и их применение. Фотопроводимость полупроводников. Фоторезистор | 4 | 0 | 0 | ОПК-1.1,ОПК-13.1 | Составление конспекта лекций |
| **Дидактическая единица: контактные явления** | | | | | |
| 2. Вольтамперная характеристика. p - n перехода. | 4 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Решение задач на рассматриваемую тему |
| 9. Понятие о p - n переходе. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |
| 10. Вольтамперная характеристика. p - n перехода. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1,ОПК-13.1 | Составление конспекта лекций |
| **Дидактическая единица: приборы твердотельной электроники** | | | | | |
| 3. Рассчет параметров терморезистора | 4 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Решение задач на рассматриваемую тему |
| 4. Рессчет параметров фоторезистора | 4 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Решение задач на рассматриваемую тему |
| 12. Силовые диоды и их применение для выпрямления переменного тока. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1,ОПК-13.1 | Составление конспекта лекций |
| 13. Инжекция неосновных носителей. Диффузионная и зарядовая емкости перехода. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |
| 14. Импульсные диоды. Пробой перехода. Стабилитроны и их применение. | 2 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 15. Светодиоды. Фотодиоды. | 4 | 0 | 0 | ОПК-1.1 | Составление конспекта лекций |

### 3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

| № | Темы занятий | Формы организации занятий | Содержание практической подготовки (виды работ) |
|---|---|---|---|
| 1 | Электропроводность полупроводников. | Самост. | Выполняет следующие виды работ: проводят расчета характеристик полупроводниковых приборов |

### 3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

| № | Виды самостоятельной работы | Индикаторы достижения компетенций | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 5** | | | | |
| 1 | Контрольные работы | ОПК-1.1 | 7 | 1 |
| : Физические основы электроники : сборник задач для 3 курса ЭМФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, В. В. Христофоров, С. И. Вашуков]. - Новосибирск, 2008. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346 | | | | |
| 2 | РГЗ/Реферат | ОПК-1.1 | 8 | 2 |
| : Физические основы электроники : методические указания к расчетно-графической работе № 2 по теме "Расчет стабилизатора напряжения" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, О. Ю. Рубцова, В. В. Христофоров]. - Новосибирск, 2008. - 9, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087407 | | | | |
| 3 | Подготовка правтическим занятиям | ОПК-1.1 | 20 | 1 |
| Изучает теоретический материал, знакомится с ходом выполнения работы: Христофоров В. В. Физические основы электроники (физика полупроводников) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Христофоров ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233943.- Загл. с экрана. | | | | |
| 4 | Подготовка к аттестации | ОПК-1.1 | 12 | 1 |
| Студент консультируется с преподавателем по вопросам теории, решения задач и организации учебной деятельности.: Физические основы электроники : сборник задач для 3 курса ЭМФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, В. В. Христофоров, С. И. Вашуков]. - Новосибирск, 2008. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346 | | | | |
| 5 | Самостоятельное изучение теоретического материала | ОПК-1.1,ОПК-13.1 | 46 | 0 |
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Христофоров В. В. Физические основы электроники (физика полупроводников) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Христофоров ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233943.- Загл. с экрана. | | | | |

### 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:xristoforov@corp.nstu.ru; Личный типовой сайт; Портал НГТУ:www.nstu.ru |
| Консультирование | e-mail:xristoforov@corp.nstu.ru; Личный типовой сайт; Портал НГТУ:www.nstu.ru |

| | |
|---|---|
| Контроль | e-mail:xristoforov@corp.nstu.ru; Среда электронного обучения НГТУ:http://dispace.edu.nstu.ru/ |
| Размещение учебных материалов | Личный типовой сайт; Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ:http://dispace.edu.nstu.ru/ |

## 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: 5** | | |
| *Лабораторная:* | 10 | 20 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Физика твердого тела : вопросы для защиты лабораторных работ по физике : методические указания для студентов, выполняющих лабораторный практикум по курсу физики / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Баранов, В. В. Давыдков, В. В. Христофоров]. - Новосибирск, 2010. - 14, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000151215" | | |
| *Контрольные работы:* | 15 | 30 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Физические основы электроники : сборник задач для 3 курса ЭМФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, В. В. Христофоров, С. И. Вашуков]. - Новосибирск, 2008. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346" | | |
| *РГЗ/Реферат:* | 15 | 30 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Физические основы электроники : методические указания к расчетно-графической работе № 2 по теме "Расчет стабилизатора напряжения" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, О. Ю. Рубцова, В. В. Христофоров]. - Новосибирск, 2008. - 9, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087407" | | |
| *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 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Контр. раб. | Защита РГЗ/Р | Зачет |
| **ОПК-1** | ОПК-1 1. Знает основные законы электротехники для электрических и магнитных цепей | + | + | + |
| **ОПК-13** | ОПК-13 1. Умеет разрабатывать принципиальные схемы и проектировать типовые устройства | | | + |

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

## 5. Литература

*Основная литература*

**1.** Краснопевцев Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : [учебное пособие] / Е. А. Краснопевцев.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017.- 354 с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236938

**2.** Беркин А. Б. Физические основы вакуумной техники : учебное пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.- 83 с. : ил., табл., схемы.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196211

*Дополнительная литература*

**1.** Дубровский В. Г. Введение в квантовую и статистическую физику : учебник / В. Г. Дубровский.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005.- 487 с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000046858

**2.** Христофоров В. В. Физические основы электроники (физика полупроводников) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Христофоров ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233943.- Загл. с экрана.

**3.** Беркин А. Б. Физические основы вакуумной техники : учебное пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.- 83 с. : ил., табл., схемы.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196211

*Интернет-ресурсы*

**1.** Электронно-библиотечная система НГТУ [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – [Россия], 2011. – Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/. – Загл. с экрана.

## 6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

### *6.1 Методическое обеспечение*

**1.** Физика твердого тела : вопросы для защиты лабораторных работ по физике : методические указания для студентов, выполняющих лабораторный практикум по курсу физики / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Баранов, В. В. Давыдков, В. В. Христофоров]. - Новосибирск, 2010. - 14, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000151215

**2.** Физика твердого тела. Физические основы электроники : методическое руководство к лабораторным работам № 40-44, 48 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Н. Поддымников и др.]. - Новосибирск, 2011. - 65, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154110

**3.** Физические основы электроники : методические указания к расчетно-графической работе № 2 по теме "Расчет стабилизатора напряжения" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, О. Ю. Рубцова, В. В. Христофоров]. - Новосибирск, 2008. - 9, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087407

**4.** Физические основы электроники : методические указания к расчетно-графической работе для дневного отделения ЭМФ по теме "Расчет датчика мощности" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, О. Ю. Рубцова, В. В. Христофоров]. - Новосибирск, 2008. - 15, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000076717

**5.** Физические основы электроники : сборник задач для 3 курса ЭМФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, В. В. Христофоров, С. И. Вашуков]. - Новосибирск, 2008. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346

### *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

Лабораторный стенд

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Компьютерный класс №25 | Используется для организации работы студентов на лабораторных занятиях |
| 2 | Модульно учебный комплекс | Используется для организации работы студентов на лабораторных занятиях |

Специальное оборудование

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Комплект оборудования мультимедийных аудиторий №1, IV-4 | Используется для лекционных демонстраций |
| 2 | Интерактивный дисплей Sympodium ID370 17"с защитой | Используется для лекционных демонстраций |
| 3 | Модуль расширения MP-OK1 | Используется для организации работы студентов на лабораторных занятиях |