


МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ  
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Северо-Кавказский филиал  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УВР

 А.Г. Жуковский

« 30 » 08 2021 г.

## Физические основы электроники Б1.В.08 рабочая программа дисциплины

Кафедра	Общенаучной подготовки
Направление подготовки	<b>11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи</b>
Профиль	<b>Защищенные системы и сети связи Многоканальные телекоммуникационные системы Системы радиосвязи и радиодоступа Сети связи и системы коммутации</b>
Формы обучения	<b>очная, заочная</b>

### Распределение часов дисциплины по семестрам (для очной формы обучения), курсам (для заочной формы обучения)

Вид учебной работы	ОФ		ЗФ	
	ЗЕ	часов	ЗЕ	часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам):	3	108/3	3	108/2
Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам):		38/3		24/2
Лекции		12/3		8/2
Лабораторных работ		26/3		16/2
Практических занятий		-		-
Семинаров		-		-
Самостоятельная работа		70/3		84/2
Контроль		-		-
Число контрольных работ (по курсам)				1/2
Число КР (по семестрам, курсам)				
Число КП (по семестрам, курсам)				
Число зачетов с разбивкой по		1/3		1/2

семестрам				
Число экзаменов с разбивкой по семестрам				

Программу составил:

*Доцент кафедры ОНП, к.ф.- м.н., доцент Бородин А.В.*

Рецензент(ы):

*Заведующий кафедрой ИТСС к.т.н., доцент Юхнов В.И.*

Рабочая программа дисциплины  
«Физические основы электроники»

Разработана в соответствии с ФГОС ВО направления подготовки **11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ**, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 930.

Составлена на основании учебных планов направления **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**, профилей "Защищенные системы и сети связи", "Многоканальные телекоммуникационные системы", "Сети связи и системы коммутации", «Системы радиосвязи и радиодоступа», одобренного Учёным советом СКФ МТУСИ, протокол №1 от 30.08.2021г., и утвержденного директором СКФ МТУСИ 30.08.2021г.

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Общенаучной подготовки»

Протокол от «30» 08 2021 г. № 1

Зав. кафедрой  Конкин Б.Б.

**Визирование для использования в 20\_\_/20\_\_ уч. году**

Утверждаю

Зам. директора по УВР \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Общенаучной подготовки»

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование для использования в 20\_\_/20\_\_ уч. году**

Утверждаю

Зам. директора по УВР \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Общенаучной подготовки»

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование для использования в 20\_\_/20\_\_ уч. году**

Утверждаю

Зам. директора по УВР \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Общенаучной подготовки»

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование для использования в 20\_\_/20\_\_ уч. году**

Утверждаю

Зам. директора по УВР \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Общенаучной подготовки»

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

### 1. Цели изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физические основы электроники» является изучение физических эффектов и процессов, лежащих в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов; изучение электрических параметров и характеристик различного вида электрических контактов, применяемых в полупроводниковой электронике; приобретение студентами знаний и навыков самостоятельного анализа физических эффектов и процессов, определяющих принципы действия основных электронных приборов. В результате изучения дисциплины студенты должны освоить современное состояние элементной базы радиоэлектроники, изучить принципы работы различных типов полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, физические эффекты и процессы, лежащие в основе их действия, знать их основные характеристики, уметь использовать эти знания при анализе работы сложных радиоэлектронных схем и устройств.

### 2. Планируемые результаты обучения

Изучение дисциплины направлено на формирование у выпускника способности решать профессиональные задачи в соответствии с *технологической деятельностью*.

Результатом освоения дисциплины являются сформированные у выпускника следующие компетенции:

<b>Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения дисциплины (в части, обеспечиваемой дисциплиной)</b>	
<b>ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</b>	
<b>Знать:</b>	
современные теоретические и экспериментальные методы исследования физических процессов в полупроводниках полупроводниковых приборах	
<b>Уметь:</b>	
применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования физических процессов в полупроводниковых приборах	
<b>Владеть:</b>	
способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования физических процессов в полупроводниковых приборах с целью создания новых перспективных средств электросвязи	

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие дисциплины, модули, темы):</b>	
1	Б1.О.04 Высшая математика
2	Б1.О.08 Физика
<b>Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:</b>	
1	Б1.О.15 Электроника
2	Б1.О.17 Схемотехника телекоммуникационных устройств

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Очная форма обучения, 4 года (всего 108 часов, 38 часов контактной работы)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
<b>Курс 2, Семестр 3</b>					
<b>Модуль 1. Строение полупроводников. Полупроводниковые диоды. – 48 (14+34) часов</b>					
1.1	<u>Лекция 1. Введение в физику полупроводников.</u> Полупроводники. Кристаллическая решетка. Дефекты. Примеси. Носители заряда. Виды полупроводников. Генерация и рекомбинация свободных носителей зарядов.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.2	Кристаллографические плоскости. Дефекты кристаллической решетки. Фононы.	СРС	6	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.3	<u>Лекция 2. Статистика подвижных носителей заряда.</u> Зонная теория твердых тел. Функция Ферми-Дирака. Концентрация свободных носителей заряда. Уровень Ферми в полупроводниках. Подвижность носителей заряда в полупроводниках. Образование электронно-дырочного перехода.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.4	Распределение носителей заряда в полупроводниках с различным типом проводимости. Определение концентрации основных и неосновных носителей заряда.	СРС	6	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.5	<u>Лекция 3. Электронно-дырочный переход.</u> Электронно-дырочный переход при подключении внешнего напряжения. Вольтамперная характеристика идеального электронно-дырочного перехода (ВАХ). Зависимость теплового тока от ширины запрещенной зоны и концентрации примесей контактирующих полупроводников. Прямая ветвь ВАХ. Пробой р-п-перехода. Виды электрического пробоя. Диффузионная и барьерная емкости р-п перехода. Разновидности полупроводниковых диодов.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.6	Стабилитрон. Диод Шоттки. Варикап.	СРС	6	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.7	<u>Лабораторная работа 1.</u> Исследование работы полупроводникового диода.	Лаб.	4	ОПК-2	Л1.1 Л3.2

1.8	Исследование работы полупроводникового диода.	СРС	8	ОПК-2	Л1.1 Л3.2
1.9	<u>Лабораторная работа 2.</u> Исследование работы стабилитрона.	Лаб.	4	ОПК-2	Л1.1 Л3.2
1.10	Исследование работы стабилитрона.	СРС	8	ОПК-2	Л1.1 Л3.2
<b>Модуль 2. Биполярные и полевые транзисторы. Оптоэлектронные приборы. – 60 (24+36) часов</b>					
2.1	<u>Лекция 7. Биполярные транзисторы.</u> Основные физические процессы. Входные и выходные характеристики. Способы включения. Основные параметры.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.2	Биполярные транзисторы.	СРС	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.3	<u>Лекция 8. Полевые транзисторы.</u> Транзисторы с управляющим переходом. Транзисторы с изолированным каналом. Транзисторы с индуцированным каналом.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.4	Полевые транзисторы.	СРС	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.5	<u>Лекция 9. Оптоэлектронные приборы.</u> Светодиоды. Фоторезисторы. Фототранзисторы.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.6	Оптоэлектронные приборы.	СРС	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.7	<u>Лабораторная работа 3.</u> Исследование работы биполярного транзистора. Входные и выходные характеристики в схеме с общей базой.	Лаб.	4	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л3.2
2.8	Исследование работы биполярного транзистора. Входные и выходные характеристики в схеме с общей базой.	СРС	5	ОПК-2	Л3.2
2.9	<u>Лабораторная работа 4.</u> Исследование работы биполярного транзистора. Входные и выходные характеристики в схеме с общим эмиттером.	Лаб.	4	ОПК-2	Л3.2
2.10	Исследование работы биполярного транзистора. Входные и выходные характеристики в схеме с общим эмиттером.	СРС	5	ОПК-2	Л3.2
2.11	<u>Лабораторная работа 5.</u> Исследование работы	Лаб.	4	ОПК-2	Л3.2

	полевого транзистора с управляющим переходом.				
2.12	Исследование работы полевого транзистора с управляющим переходом.	СРС	4	ОПК-2	Л3.2
2.13	<u>Лабораторная работа 6.</u> Исследование работы полевого транзистора с индуцированным каналом.	Лаб.	6	ОПК-2	Л3.2
2.14	Исследование работы полевого транзистора с индуцированным каналом.	СРС	4	ОПК-2	Л3.2
<b>Итого -108 часов</b>					

#### 4.2 Заочная форма обучения, 5 лет (всего 108 часов, 24 часов контактной работы)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
<b>Курс 2, Семестр 3</b>					
<b>Модуль 1. Строение полупроводников. Полупроводниковые диоды. – 48 (12+36) часов</b>					
1.1	<u>Лекция 1. Введение в физику полупроводников.</u> Полупроводники. Кристаллическая решетка. Дефекты. Примеси. Носители заряда. Виды полупроводников. Генерация и рекомбинация свободных носителей зарядов.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.2	Кристаллографические плоскости. Дефекты кристаллической решетки. Фононы. Зонная теория твердых тел. Функция Ферми-Дирака. Концентрация свободных носителей заряда. Уровень Ферми в полупроводниках. Подвижность носителей заряда в полупроводниках. Образование электронно-дырочного перехода. Распределение носителей заряда в полупроводниках с различным типом проводимости. Определение концентрации основных и неосновных носителей заряда.	СРС	9	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.3	<u>Лекция 2. Электронно-дырочный переход.</u> Электронно-дырочный переход при подключении внешнего напряжения. Вольтамперная характеристика идеального электронно-дырочного перехода (ВАХ). Зависимость теплового тока от ширины запрещенной зоны и концентрации примесей контактирующих	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1, Л2.1

	полупроводников. Прямая ветвь ВАХ. Пробой р-n-перехода. Виды электрического пробоя.				
1.4	Диффузионная и барьерная емкости р-n перехода. Разновидности полупроводниковых диодов. Стабилитрон. Диод Шоттки. Варикап.	СРС	9	ОПК-2	Л1.1, Л2.1
1.5	<u>Лабораторная работа 1.</u> Исследование работы полупроводникового диода.	Лаб.	4	ОПК-2	Л1.1 Л3.2
1.6	Исследование работы полупроводникового диода.	СРС	9	ОПК-2	Л1.1 Л3.2
1.7	<u>Лабораторная работа 2.</u> Исследование работы стабилитрона.	Лаб.	4	ОПК-2	Л1.1 Л3.2
1.8	Исследование работы стабилитрона.	СРС	9	ОПК-2	Л1.1 Л3.2
<b>Курс 2, Семестр 4</b>					
<b>Модуль 2. Биполярные и полевые транзисторы. Оптоэлектронные приборы. – 60 (12+48) часов</b>					
2.1	<u>Лекция 3. Биполярные транзисторы.</u> Основные физические процессы. Входные и выходные характеристики. Способы включения. Основные параметры.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.2	Биполярные транзисторы.	СРС	12	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.3	<u>Лекция 4. Полевые транзисторы. Оптоэлектронные приборы.</u> Транзисторы с управляющим переходом. Транзисторы с изолированным каналом. Транзисторы с индуцированным каналом. Оптоэлектронные приборы.	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.4	Полевые транзисторы. Оптоэлектронные приборы.	СРС	12	ОПК-2	Л1.1 Л1.2
2.5	<u>Лабораторная работа 4.</u> Исследование работы биполярного транзистора. Входные и выходные характеристики в схеме с общим эмиттером.	Лаб.	4	ОПК-2	Л3.2
2.6	Исследование работы биполярного транзистора.	СРС	12	ОПК-2	Л3.2
2.7	<u>Лабораторная работа 5.</u> Исследование работы полевого транзистора с управляющим переходом.	Лаб.	4	ОПК-2	Л3.2



2.8	Исследование работы полевого транзистора с управляющим переходом. Исследование работы полевого транзистора с управляющим переходом. Исследование работы полевого транзистора с индуцированным каналом.	СРС	12	ОПК-2	ЛЗ.2
<b>Итого -108 часов</b>					

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

<b>5.1 Рекомендуемая литература</b>				
<b>5.1.1. Основная литература</b>				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л1.1	Игумнов Д.В., Костюнина Г.П.	Основы полупроводниковой электроники: учебное пособие	М.: Горячая линия - Телеком, 2011.	Э1
<b>5.1.2 Дополнительная литература</b>				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л2.1	Соколов С.В., Титов Е.В.	Электроника: учебное пособие для вузов	М.: Горячая Линия – Телеком, 2013.	Э2
<b>5.1.3 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся</b>				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
ЛЗ.1	Бородин А.В.	Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Физические основы электроники».	СКФ МТУСИ: Ростов н/Д, 2019	Э3
ЛЗ.2	Бородин А.В.	Методическое пособие для проведения лабораторных работ по дисциплине «Физические основы электроники».	СКФ МТУСИ: Ростов н/Д, 2019	Э4
<b>5.2 Электронные образовательные ресурсы</b>				
Э1	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=315879">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=315879</a>			
Э2	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=436971">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=436971</a>			
Э3	<a href="http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659">http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659</a>			

Э4	<a href="http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659">http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659</a>
<b>5.3 Программное обеспечение</b>	
П.1	MSExcel

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

<b>6.1 МТО лекционных занятий</b>	
1	Лекционная аудитория, оснащенная проектором, ПК (ноутбуком), экраном.
<b>6.2 МТО лабораторных работ и практических занятий</b>	
1	Лабораторный стенд «Электронные приборы»
2	Компьютеры
<b>6.3 МТО рубежных контролей, зачетов, экзаменов</b>	
1	Компьютерные аудитории с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

## 7. Методические рекомендации для обучающихся по самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем), а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Постановку задачи обучаемым на проведение самостоятельной работы преподаватель осуществляет на одном из занятий, предшествующему данному.

Методику самостоятельной работы все обучаемые выбирают индивидуально.

Студентам очной формы обучения при освоении вопросов для самостоятельного изучения, представленных в подразделе 4.1, рекомендуется соблюдать последовательность их изучения, представленную в таблице 3.

Таблица 3.1 – Учебный материал, выносимый на самостоятельное изучение студентам очной формы обучения

№	Темы, разделы, вынесенные на самостоятельную подготовку, вопросы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям; курсовые работы, содержание контрольных работ и др.	Часов всего: 70	Неделя
Модуль 1		34	1-8
1	Кристаллографические плоскости. Дефекты кристаллической решетки. Фононы.	6	1-2
2	Распределение носителей заряда в полупроводниках с различным типом проводимости. Определение концентрации основных и неосновных носителей заряда.	6	3
3	Стабилитрон. Диод Шоттки. Варикап.	6	4
4	Исследование работы полупроводникового диода.	8	5-6
5	Исследование работы стабилитрона.	8	7-8
Модуль 2		36	9-16
1	Биполярные транзисторы.	6	9-10
2	Полевые транзисторы.	6	10-11
3	Оптоэлектронные приборы.	6	11-12
4	Исследование работы биполярного транзистора. Входные и выходные характеристики в схеме с общей базой.	5	13
5	Исследование работы биполярного транзистора. Входные и выходные характеристики в схеме с общим эмиттером.	5	14
6	Исследование работы полевого транзистора с управляющим переходом.	4	15
7	Исследование работы полевого транзистора с индуцированным каналом.	4	16

Таблица 3.2 – Учебный материал, выносимый на самостоятельное изучение студентам заочной формы обучения

№	Темы, разделы, вынесенные на самостоятельную подготовку, вопросы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям; курсовые работы, содержание контрольных работ и др.	Часы на изучение Всего часов 84
Модуль 1		
1	Кристаллографические плоскости. Дефекты кристаллической решетки. Фононы. Зонная теория твердых тел. Функция Ферми-Дирака. Концентрация свободных носителей заряда. Уровень Ферми в полупроводниках. Подвижность носителей заряда в полупроводниках. Образование электронно-дырочного перехода. Распределение носителей заряда в полупроводниках с различным типом проводимости. Определение концентрации основных и неосновных носителей заряда. Диффузионная и барьерная емкости p-n перехода. Разновидности полупроводниковых диодов. Стабилитрон. Диод Шоттки. Варикап. Исследование работы полупроводникового диода. Исследование работы полупроводникового стабилитрона.	36
Модуль 2		
2	Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Оптоэлектронные приборы. Исследование работы биполярного транзистора. Исследование работы полевого транзистора с управляющим переходом. Исследование работы полевого транзистора с индуцированным каналом.	48

## **Дополнения и изменения в Рабочей программе**