

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.11.2023 12:10:53

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f1190daa7dc22856b21d632d0c07971a86845a382519a4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Первый проректор**

**И.Г. Гайрабеков**



**2020 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**«Электроника»**

**Направление подготовки**

**09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**

**Направленность (профиль)**

**«Информатика и вычислительная техника»**

**Квалификация выпускника**

**Бакалавр**

**Грозный - 2020**

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Целью** изучения дисциплины является освоение теоретических основ и электротехники, приобретение знаний о конструкциях, принципах действия, параметрах и характеристиках различных электротехнических устройств, подготовка студента к пониманию принципа действия современного электрооборудования.

**Задачи** дисциплины – показать роль и значение электротехнических знаний для успешной работы в выбранном направлении; дать будущим специалистам базовые знания, необходимые для понимания сложных явлений и физических законов электроники.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Электроника» относится к базовой части программы бакалавриата. Для изучения курса требуется знание: информатики, физики, высшей математики.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: вычислительные машины, сети и телекоммуникации.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

**ОПК-1.** Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

**ОПК-7.** Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов.

### **Индикаторы достижения:**

**ОПК - 1.1** Знать: основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования.

**ОПК -1.2** Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

**ОПК - 1.3** Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

**ОПК-7.1.** Знать: методику настройки и наладки программно-аппаратных комплексов

**ОПК-7.2.** Уметь: производить коллективную настройку и наладку программно-аппаратных комплексов

**ОПК-7.3.** Иметь навыки: коллективной настройки и наладки программно-аппаратных комплексов

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/ зач.ед.	Семестры
			4
		ОФО	ОФО
<b>Контактная работа</b>		<b>51/1,40</b>	<b>51/1,40</b>
В том числе:			
Лекции		17/0,48	17/0,48
Практические занятия			
Семинары			
Лабораторные работы		34/0,94	34/0,94
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>57/1,58</b>	<b>57/1,58</b>
В том числе:			
Курсовая работа (проект)			
РГР			
Рефераты		16/0,44	16/0,44
Презентации		8/0,22	8/0,22
Подготовка к лабораторным работам		13/0,29	13/0,29
Подготовка к практическим занятиям			
Подготовка к зачету		20/0,55	20/0,55
Подготовка к экзамену			
<b>Вид отчетности</b>		<b>зач</b>	<b>зач</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108/3</b>	<b>108/3</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан. часы		Лаб. зан. часы		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Введение в физику полупроводников	2		4		6	
2	Концентрация носителей заряда в полупроводниках Кинетика носителей заряда в полупроводниках	2		4		6	
3	Термоэлектрические и гальваномагнитные явления в полупроводниках	2	-	4	-	6	-
4	Фотоэлектрические явления в полупроводниках	2		6		8	

5	Физические процессы в идеализированном гомогенном p-n-переходе	2	-	4	-	6	-
6	Отличия реальных p-n-переходов от идеализированного	2	-	4	-	6	-
7	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами	2	-	4	-	6	-
8	Физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	3	-	4	-	7	-
<b>Итого</b>		<b>17</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>51</b>	<b>-</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Смысл термина «электроника». Области электроники. Цели и задачи дисциплины. Краткий исторический очерк развития электронных приборов.
2	Введение в физику полупроводников	Энергетический спектр свободного электрона в классической и квантовой физике. Энергетический спектр атомов и молекул. Энергетический спектр электронов в кристалле. Зона проводимости, валентная зона, зона запрещенных значений энергии. Число состояний в зонах. Эффективная масса носителей заряда. Поведение электронов в полностью заполненной зоне. Дырки в полупроводниках. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории.
3	Концентрация носителей заряда в полупроводниках	Плотность квантовых состояний в зонах. Вероятность заполнения энергетических уровней в зонах. Функции Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана. Уровень Ферми. Концентрация носителей заряда и энергетическая диаграмма собственного полупроводника. Электроны и дырки. Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках. Условие электрической нейтральности. Закон действующих масс в невырожденных полупроводниках. Концентрация носителей заряда в невырожденных полупроводниках.

		<p>Зависимость концентрации носителей заряда и уровня Ферми от концентрации примесей и температуры. Вырожденные полупроводники.</p> <p>Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Неравновесные носители заряда. Механизмы рекомбинации. Межзонная рекомбинация и рекомбинация через глубокие уровни. Излучательная рекомбинация. Оже-рекомбинация. Поверхностная рекомбинация.</p> <p>Время жизни неравновесных носителей заряда.</p>
4	Кинетика носителей заряда в полупроводниках	<p>Движение носителей заряда в электрическом поле. Дрейфовая скорость и подвижность носителей заряда. Плотность дрейфового тока. Удельная проводимость.</p> <p>Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Зависимость подвижности от типа носителей заряда, температуры и материала.</p> <p>Диффузионное движение носителей заряда в полупроводниках. Плотность диффузионного тока. Связь коэффициента диффузии и подвижности.</p> <p>Выражение для полного тока носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>Поведение полупроводников в сильных электрических полях. Насыщение дрейфовой скорости. Эффект Ганна. Ударная ионизация в полупроводниках. Туннельные явления в полупроводниках.</p>
5	Термоэлектрические и гальваномагнитные явления в полупроводниках Фотоэлектрические явления в полупроводниках	<p>Эффекты Зеебека, Пелтье и Томсона. Эффект Холла. Магниторезистивный эффект. Активное и неактивное поглощение света в полупроводниках. Закон Бугера-Ламберта. Спектры поглощения света в полупроводниках.</p> <p>Фотопроводимость. Фотовольтаические эффекты в полупроводниках.</p>
6	Физические процессы в идеализированном гомогенном p-n-переходе	<p>Электронно-дырочный переход в состоянии термодинамического равновесия. Высота потенциального барьера p-n-перехода и ширина области объемного заряда. Их зависимость от концентрации легирующих примесей и температуры.</p> <p>Изменение параметров p-n-перехода при приложении внешнего напряжения. Инжекция и экстракция носителей заряда в p-n-переходах.</p> <p>Вольтамперная характеристика (ВАХ) идеализированного p-n-перехода. Температурная зависимость тока идеализированного p-n-перехода.</p> <p>Переходные процессы в p-n-переходах при включении, выключении и переключении с прямого направления на обратное. P-n-переход на переменном напряжении.</p>

		Дифференциальное сопротивление на низкой частоте. Барьерная и диффузионная емкости. Эквивалентная схема р-п-перехода на переменном напряжении низкой частоты. Гетеропереходы. Энергетическая диаграмма. Контакт металла с полупроводником. Диод Шоттки. Омический контакт.
7	Отличия реальных р-п-переходов от идеализированного	Влияние генерационно-рекомбинационных процессов в области объемного заряда на ВАХ р-п-перехода. Влияние ширины базовых областей и омических контактов. Влияние высокого уровня инжекции в базовых областях. Компоненты обратного тока реальных р-п-переходов. Виды пробоя р-п-перехода и их отличительные признаки. Лавинный пробой и умножение носителей заряда в р-п-переходах. Микроплазменный пробой реальных р-п-переходов
8	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами. Физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	Взаимодействующие переходы – основа биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Физические процессы в транзисторе в схеме с общей базой. Коэффициент инжекции, коэффициент переноса, коэффициент усиления по току. Зависимость коэффициента усиления по току от напряжения и тока. Виды эмиссии из твердых тел: термоэлектронная, электростатическая, фотоэлектронная. Управление потоком электронов в вакуумных лампах. Управление положением электронного луча в электронно-лучевых приборах. Физические процессы в газоразрядных приборах. Перспективы миниатюризации и быстродействия электронных приборов. Нанoeлектроника. Оптоэлектроника и криoeлектроника

### 5.3 Лабораторный практикум

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1.	Введение	Защиты предохранителями
2.	Введение в физику полупроводников	Токовые ступенчатые защиты
3.	Концентрация носителей заряда в полупроводниках	Дифференциальные защиты

4.	Кинетика носителей заряда в полупроводниках	Дистанционные защиты
5.	Термоэлектрические и гальваномагнитные явления в полупроводниках Фотоэлектрические явления в полупроводниках	Защиты, устанавливаемые на трансформаторах
6.	Физические процессы в идеализированном гомогенном p-n-переходе	Исследование параметров срабатывания защит, устанавливаемых на электродвигателях
7.	Отличия реальных p-n-переходов от идеализированного	Защиты, устанавливаемые на генераторах. Выбор параметров срабатывания защит, устанавливаемых на генераторах
8.	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами. Физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	Согласование защит, устанавливаемых на отдельных объектах в электроэнергетических системах. Проверка согласования с помощью карты селективности

#### 5.4 Практические занятия (семинары) – не предусмотрены

### 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

#### 6.1 Подготовка рефератов + презентации

Самостоятельная работа включает подготовку к лекциям, тестам и лабораторным работам, выполнение расчетного задания, оформление отчетов о лабораторных работах, подготовку к зачету и экзамену.

1. Вероятность заполнения энергетических уровней
2. Концентрация носителей заряда в невырожденных полупроводниках
3. Время жизни неравновесных носителей заряда
4. Удельная проводимость
5. полупроводников
6. Токи в полупроводниках
7. Поглощения света в полупроводниках
8. Высота потенциального барьера p-n-перехода и ширина области объемного заряда.
9. Вольтамперная характеристика
10. идеального диода
11. Барьерная и диффузионная емкости
12. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников.

13. Определение диффузионной длины неосновных носителей заряда методом подвижного светового зонда
14. Определение концентрации основных носителей заряда и подвижности с помощью эффекта Холла
15. Измерение времени жизни неосновных носителей заряда методом Лэкса
16. Изучение оптического поглощения в полупроводниках
17. Емкостные свойства р-n-перехода
18. Защиты предохранителями.
19. Токовые ступенчатые защиты.
20. Дифференциальные защиты.
21. Дистанционные защиты.
22. Защиты, устанавливаемые на трансформаторах.
23. Исследование параметров срабатывания защит, устанавливаемых на электродвигателях.
24. Защиты, устанавливаемые на генераторах. Выбор параметров срабатывания защит, устанавливаемых на генераторах
25. Согласование защит, устанавливаемых на отдельных объектах в электроэнергетических системах. Проверка согласования с помощью карты селективности.

### **Содержание реферата**

Реферат ориентирован на получение и закрепление знаний путем самостоятельного поиска и обработки информации в соответствии с предложенной тематикой.

В ходе написания и оформления реферата студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими подходами к работе электроникой. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению анализировать и документировать предлагаемые варианты раскрытия заданной тематики. При написании реферата студенты глубже изучают основную и специальную литературу, учатся работать с информационными ресурсами.

Реферат должен содержать: введение, основную часть, заключение и список использованных источников. Основную часть можно разбить на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать основному содержанию.

Реферат представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем 20 – 25 с.

Реферат должен удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться на кафедре или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата работы на исправление.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

1. Шпиганович, А. Н. Физические основы электроники : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Физические основы электроники» для студентов специальности 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство

- предприятий, организаций и учреждений» / А. Н. Шпиганович, И. Г. Шилов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 43 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/22964.html>
2. Шпиганович, А. Н. Физические основы электроники : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Физические основы электроники» для студентов специальности 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» / А. Н. Шпиганович, И. Г. Шилов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 43 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/22964.html>
3. Власов, В. П. Физические основы электроники : учебное пособие / В. П. Власов, В. Н. Каравашкина. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 67 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61571.html>
4. Физические основы электроники : методическое пособие для проведения лабораторных работ / составители О. Г. Щербань, В. Л. Львов. — Ростов-на-Дону : Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2012. — 46 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61881.html>

## 7. Оценочные средства

### *Аттестационные вопросы: I рубежная аттестация*

1. Смысл термина «электроника».
2. Области электроники. Цели и задачи дисциплины.
3. Краткий исторический очерк развития электронных приборов.
4. Энергетический спектр свободного электрона в классической и квантовой физике. Энергетический спектр атомов и молекул.
5. Энергетический спектр электронов в кристалле.
6. Зона проводимости, валентная зона, зона запрещенных значений энергии. Число состояний в зонах.
7. Эффективная масса носителей заряда.
8. Поведение электронов в полностью заполненной зоне. Дырки в полупроводниках. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории.
9. Плотность квантовых состояний в зонах.
10. Вероятность заполнения энергетических уровней в зонах.
11. Функции Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана. Уровень Ферми.

12. Концентрация носителей заряда и энергетическая диаграмма собственного полупроводника.
13. Электроны и дырки.

**(Образец задания к аттестации)**

5 семестр

1-я рубежная аттестация

Дисциплина

---

Вопросы:

1. Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках.
2. Условие электрической нейтральности. Закон действующих масс в невырожденных полупроводниках.

***Аттестационные вопросы:***

***II рубежная аттестация***

1. Концентрация носителей заряда в невырожденных полупроводниках.
2. Зависимость концентрации носителей заряда и уровня Ферми от концентрации примесей и температуры. Вырожденные полупроводники.
3. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Неравновесные носители заряда. Механизмы рекомбинации. Межзонная рекомбинация и рекомбинация через глубокие уровни. Излучательная рекомбинация. Оже-рекомбинация.
4. Поверхностная рекомбинация.
5. Время жизни неравновесных носителей заряда.
6. Движение носителей заряда в электрическом поле. Дрейфовая скорость и подвижность носителей заряда.
7. Плотность дрейфового тока. Удельная проводимость.
8. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Зависимость подвижности от типа носителей заряда, температуры и материала.
9. Диффузионное движение носителей заряда в полупроводниках. Плотность диффузионного тока.
10. Связь коэффициента диффузии и подвижности.
11. Выражение для полного тока носителей заряда в полупроводниках.
12. Поведение полупроводников в сильных электрических полях.
13. Насыщение дрейфовой скорости. Эффект Ганна.

**(Образец задания к аттестации)**

5 семестр

2-я рубежная аттестация

Дисциплина

---

Вопросы:

1. Их зависимость от концентрации легирующих примесей и температуры.
2. Изменение параметров р-n-перехода при приложении внешнего напряжения.

### ***Вопросы к зачету***

1. Основы электроники. Полупроводниковые приборы.
2. Смысл термина «электроника».
3. Области электроники. Цели и задачи дисциплины.
4. Краткий исторический очерк развития электронных приборов.
5. Энергетический спектр свободного электрона в классической и квантовой физике. Энергетический спектр атомов и молекул.
6. Энергетический спектр электронов в кристалле.
7. Зона проводимости, валентная зона, зона запрещенных значений энергии. Число состояний в зонах.
8. Эффективная масса носителей заряда.
9. Поведение электронов в полностью заполненной зоне. Дырки в полупроводниках. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории.
10. Плотность квантовых состояний в зонах.
11. Вероятность заполнения энергетических уровней в зонах.
12. Функции Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана. Уровень Ферми.
13. Концентрация носителей заряда и энергетическая диаграмма собственного полупроводника.
14. Электроны и дырки.
15. Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках.
16. Условие электрической нейтральности. Закон действующих масс в невырожденных полупроводниках.
17. Концентрация носителей заряда в невырожденных полупроводниках.
18. Зависимость концентрации носителей заряда и уровня Ферми от концентрации примесей и температуры. Вырожденные полупроводники.
19. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Неравновесные носители заряда. Механизмы рекомбинации. Межзонная рекомбинация и рекомбинация через глубокие уровни. Излучательная рекомбинация. Оже-рекомбинация.
20. Поверхностная рекомбинация.
21. Время жизни неравновесных носителей заряда.
22. Движение носителей заряда в электрическом поле. Дрейфовая скорость и подвижность носителей заряда.
23. Плотность дрейфового тока. Удельная проводимость.
24. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Зависимость подвижности от типа носителей заряда, температуры и материала.
25. Диффузионное движение носителей заряда в полупроводниках. Плотность диффузионного тока.
26. Связь коэффициента диффузии и подвижности.
27. Выражение для полного тока носителей заряда в полупроводниках.
28. Поведение полупроводников в сильных электрических полях.
29. Насыщение дрейфовой скорости. Эффект Ганна.
30. Ударная ионизация в полупроводниках. Туннельные явления в полупроводниках.
31. Эффекты Зеебека, Пелтье и Томсона. Эффект Холла.

32. Магниторезистивный эффект.
33. Активное и неактивное поглощение света в полупроводниках.
34. Закон Бугера-Ламберта.
35. Спектры поглощения света в полупроводниках.
36. Фотопроводимость.
37. Фотовольтаические эффекты в полупроводниках.
38. Электронно-дырочный переход в состоянии термодинамического равновесия.
39. Высота потенциального барьера р-п-перехода и ширина области объемного заряда.
40. Их зависимость от концентрации легирующих примесей и температуры.
41. Изменение параметров р-п-перехода при приложении внешнего напряжения. Инжекция и экстракция носителей заряда в р-п-переходах.
42. Вольтамперная характеристика (ВАХ) идеализированного р-п-перехода. Температурная зависимость тока идеализированного р-п-перехода.
43. Переходные процессы в р-п-переходах при включении, выключении и переключении с прямого направления на обратное. Р-п-переход на переменном напряжении.
44. Дифференциальное сопротивление на низкой частоте. Барьерная и диффузионная емкости.

**(образец билета к зачету)**

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова

---

---

БИЛЕТ № 1

Дисциплина «Электроника»

ИПИТ специальность ИВТ-19 семестр \_\_5\_\_

1. Вращающееся магнитное поле трехфазного тока.
2. Феррорезонанс.
3. Идеальный трансформатор.

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1. Валюхов, Д. П. Физические основы электроники : учебное пособие / Д. П. Валюхов, Р. В. Пигулев. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 135 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63253.html>
2. Физические основы электроники и электротехники : учебное пособие / А. Н. Ларионов, Ю. И. Кураков, В. С. Воишев [и др.]. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. — 434 с. — ISBN 978-5-7267-0802-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72782.html>
3. Бялик, А. Д. Физические основы электроники. Транзисторы. Гальваномагнитные и термоэлектрические приборы. Оптоэлектронные приборы : учебное пособие / А. Д. Бялик, А. В. Каменская. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-3223-5. — Текст :

- электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91477.html>
4. Толмачёв, В. В. Физические основы электроники / В. В. Толмачёв, Ф. В. Скрипник. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 496 с. — ISBN 978-5-4344-0753-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92021.html>
  5. Толмачёв, В. В. Физические основы электроники / В. В. Толмачёв, Ф. В. Скрипник. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 496 с. — ISBN 978-5-4344-0753-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97376.html>

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой нанoeлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Зебрев Г.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4585.html>
2. Давыдов В.Н. Физические основы оптоэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Давыдов В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010.— 139 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13872.html>
3. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барыбин А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 424 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12972.html>
4. Дорогой, С. В. Физические основы электроники. Контакты металл–полупроводник : учебно-методическое пособие / С. В. Дорогой. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 50 с. — ISBN 978-5-7782-3994-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98757.html>
5. Белов, Н. П. Физические основы квантовой электроники / Н. П. Белов, А. С. Шерстобитова, А. Д. Яськов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2014. — 65 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65346.html>

#### **в) Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.kodges.ru/nauka/182219-vvedenie-v-specialnost-yelektroyenergetika.html>
2. <http://www.twirpx.com/file/1050374/>
3. [http://fondknig.com/books/apparatura/electotech/232026-vvedenie\\_v\\_specialnost\\_jelektroyenergetika.html](http://fondknig.com/books/apparatura/electotech/232026-vvedenie_v_specialnost_jelektroyenergetika.html)

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Лабораторные аудитории с реальным оборудованием.

2. Классы с персональными компьютерами (ПК) для проведения групповых занятий (две подгруппы по 10-12 студентов на одного преподавателя).

**Составитель:**

Ст. преподаватель каф. «ЭЭП»



/Садаева З.С./

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой  
«Электротехника и электропривод»



/Магомадов Р.А-М./

Зав. выпускающей каф.  
«Информатика и вычислительная техника»



/Алисултанова Э.Д./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./