

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.10 Полупроводниковая и твердотельная электроника

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 «Полупроводниковая и твердотельная электроника» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика.

Программу составил:
Строганова Е.В.



Рабочая программа дисциплины «Физика полупроводников и электроника» утверждена на заседании кафедры (разработчика) радиофизики и нанотехнологий
протокол № 1 от 31.08.2023 г.

И.о.зав. кафедрой (разработчика)
доктор физ.-мат. наук, доцент. Строганова. Е.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 1 от 31.08.2023 г.

Председатель УМК факультета Н.М. Богатов


—
подпись

Рецензенты:

Клещёв Артём Евгеньевич, директор ООО «ЭЛХАРТ»

Дружинин Валерий Анатольевич,
начальник конструкторского бюро ООО «Конструкторское бюро «ИС»

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Полупроводниковая и твердотельная электроника» ставит своей целью сформировать у студентов знания о физических принципах действия, характеристиках, моделях и особенностях использования в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципах построения и основах технологии микроэлектронных цепей, механизмах влияния условий эксплуатации на работу активных приборов и микроэлектронных цепей.

1.2 Задачи дисциплины

– изучение физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей использования в радиотехнических цепях полупроводниковых и электровакуумных приборов;
– формирование навыков практической работы с измерительными приборами;
– формирование умений проводить техническое обслуживание, профилактические осмотры и текущий ремонт электронной техники.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Полупроводниковая и твердотельная электроника» относится к части, формируемой участником образовательных отношений учебного плана. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания дисциплин «Физика полупроводников», «Основы теории цепей», «Системы автоматизированного проектирования», «Физика твердого тела», «Электродинамика и электродинамика сплошных сред». Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин «Основы построения сетей радиотелекоммуникаций», «Основы компоновки РЭА», «Квантовая электроника и приборы на квантовых эффектах».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *профессиональных компетенций (ПК)*:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ПК-1 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследований с целью создания новых перспективных средств для систем передачи информации	
ИПК-1.1. Владеет современными информационными системами и технологиями с целью моделирования сложных технических систем	Знает современные информационные технологии в рамках моделирования сложных технических систем, в том, числе САПР
	Умеет использовать САПР и информационные технологии в проектировании сложных систем
	Владеет навыками проектирование сложных узлов и технических систем с помощью информационных технологий, САПР
ИПК-1.2. Способен применять современное материально-техническое оборудование для исследовательских целей	Знает параметры и технические характеристики оборудования для исследований полупроводниковой и твердотельной электроники
	Умеет использовать современное оборудование для исследовательских целей полупроводниковой и твердотельной электроники
	Владеет навыками работы с современным оборудованием и исследовательскими методиками исследований полупроводниковой и твердотельной электроники
ПК-3 Способен к эксплуатации и техническому обслуживанию сложных функциональных узлов радиоэлектроники	
ИПК-3.1 Осуществляет тестирование работы сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	Знает основные методы и средства контроля и тестирования работы сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры
	Умеет применять методы тестирования и контроля сложных узлов радиоэлектронной аппаратуры в части компонентов полупроводниковой и твердотельной электроники
	Владеет навыками работы со сложными функциональными узлами радиоэлектронной аппаратуры по анализу сигналов
ИПК-3.2. Осуществляет диагностику технического состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	Знает основные методы и способы диагностики сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры для анализа сигналов
	Умеет использовать методики диагностики радиоэлектронной аппаратуры для спектрального анализа сигналов
	Владеет навыками работы на сложных функциональных узлах сложной радиоэлектронной аппаратуры с целью спектрального анализа сигналов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид работ	Всего часов	Семестры
		7
Контактная работа, в том числе:	70,3	70,3
Аудиторные занятия (всего)	64	64
Занятия лекционного типа	26	26
практические занятия	12	12
лабораторные занятия	26	26
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3

Самостоятельная работа, в том числе:		38	38
Курсовой проект (КП) (подготовка)			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		38	38
Подготовка к текущему контролю			
Контроль		35,7	35,7
Подготовка к зачету			
Общая трудоемкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	70,3	70,3
	зач. ед	4	4

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Теоретические основы твердотельной электроники	16	4	2	4	6
2.	Контактные явления и структурные неоднородности в полупроводниках	16	4	2	4	6
3.	Биполярные полупроводниковые приборы	16	4	2	4	6
4.	Униполярные (полевые) полупроводниковые приборы	16	4	2	4	6
5.	Оптоэлектронные приборы	20	6	2	6	6
6.	Полупроводниковые преобразователи и сенсорные устройства	18	4	2	4	8
<i>Итого по дисциплине:</i>		102	26	12	26	38

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование темы	Содержание	Форма текущего контроля
1	Теоретические основы твердотельной электроники	Энергетическая зонная диаграмма полупроводников. Основные уравнения, управляющие поведением носителей заряда в твердом теле. Характерные пространственные и временные интервалы: время релаксации импульса и энергии, время максвелловской релаксации и длина Дебая, время жизни и диффузионная длина. Неравновесная проводимость полупроводников. Квазинейтральность. Диффузионно-дрейфовая модель полупроводника. Процесс генерации и рекомбинации носителей заряда в	Опрос, ГРЗ

		полупроводнике. Поверхностные заряды и «эффект поля».	
2	Контактные явления и структурные неоднородности в полупроводниках	Методы формирования и классификации электронно-дырочных переходов. Равновесное и неравновесное состояние. Инжекция и экстракция. Граничная концентрация носителей заряда. Омические и выпрямляющие контакты металл-полупроводник. Гетеропереходы. Квантовые ямы и сверхрешетки. Энергетические диаграммы.	Опрос, ГРЗ
3	Биполярные полупроводниковые приборы	Полупроводниковые диоды. Разновидности полупроводниковых диодов. Вольтамперные характеристики идеализированного и реального диодов. Пробой. Барьерная и диффузная емкости. Частотные и импульсные свойства. Высокий и низкий уровень инжекции. Диоды Шоттки. Биполярные транзисторы. Принцип действия и режимы работы, схемы включения. Статические характеристики. Физические параметры и эквивалентные схемы транзистора для больших и малых сигналов. Частотные свойства. Пробой транзисторов. Биполярные гетеротранзисторы. Транзисторы Шоттки. Тиристоры. Структура, принцип действия и вольтамперная характеристика тиристора. Параметры тиристора. Двухтранзисторная модель. Способы включения и выключения тиристоры. Разновидности и области применения тиристоры.	Опрос, ГРЗ
4	Униполярные (полевые) полупроводниковые приборы	Разновидности полевых транзисторов. Структура, принцип действия, параметры и характеристики МПД-транзисторов, полевых транзисторов с управляющим переходом и полевых транзисторов с затвором Шоттки. Гетеропереходные полевые транзисторы. Приборы с зарядовой связью. Энергонезависимые элементы памяти на МДП-транзисторах. Гибридные приборы – IGBT, SIT	Опрос, ГРЗ
5	Оптоэлектронные приборы	Полупроводниковые и твердотельные (диэлектрические) излучающие приборы, лазеры. Принцип действия, основные характеристики и параметры работы. Приемники излучения: фоторезисторы, фотодиоды, фотоэлементы, фототранзисторы. Оптопары.	Опрос, ГРЗ
6	Полупроводниковые преобразователи и сенсорные устройства	Термисторы и позитроны. Болومتر. Термоэлектрические полупроводниковые преобразователи. Полупроводниковые гальваномагнитные приборы: преобразователи Холла, магниторезисторы, магнитодиоды и магнитотранзисторы. Тензорезисторы. Сенсорные устройства.	Опрос, ГРЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№ п/п	Наименование темы	Содержание	Форма текущего контроля
1.	Теоретические основы твердотельной электроники	Концентрация носителей заряда и проводимость полупроводника. Обеднение и обогащение в полупроводнике. Инжекция и экстракция.	ГРЗ
2.	Контактные явления и структурные неоднородности в полупроводниках	Диффузные и дрейфовые токи в полупроводнике. Закон полного тока. Контактная разность потенциалов в резком и плавном р-п переходах. Барьерная емкость резкого и плавного р-п переходов.	ГРЗ
3.	Биполярные полупроводниковые приборы	Зонная диаграмма контакта металл-полупроводник, р-п перехода, гетероперехода. Расчет токов в контакте металл-полупроводник.	ГРЗ
4.	Униполярные (полевые) полупроводниковые приборы	Напряжение пробоя полупроводникового диода. Влияние температуры на параметры и характеристики диода. Расчет параметров биполярного транзистора для малых и больших уровней сигнала. Схема замещения для больших уровней сигнала.	ГРЗ
5.	Оптоэлектронные приборы	Расчет генерационных параметров лазерных диодов. Расчет генерационных параметров волоконных усилителей.	ГРЗ
6.	Полупроводниковые преобразователи и сенсорные устройства	Расчет спектральных параметров р-і-п фото диода. Расчет параметров и характеристик полевых транзисторов с изолированным затвором и с высокой подвижностью электронов.	ГРЗ

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Форма текущего контроля
1	Исследование выпрямительного диода	Защита ЛР
2	Исследование стабилитрона	Защита ЛР
3	Исследование туннельного диода	Защита ЛР
4	Исследование биполярного транзистора	Защита ЛР
5	Исследование лазерного диода	Защита ЛР
6	Исследование тиристора	Защита ЛР
7	Исследование полевого транзистора с управляющим р-п переходом	Защита ЛР
8	Исследование МДП-транзистора	Защита ЛР
9	Исследование IGBT	Защита ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.3.5 Самостоятельная работа. Индивидуальные расчетные задания.

1. Рассчитать дисперсионную характеристику одномерного кристалла по заданным параметрам.
2. Рассчитать концентрацию носителей заряда в легированном полупроводнике по заданным параметрам примеси.
3. Рассчитать ВАХ диода Шоттки по заданным параметрам.
4. Рассчитать напряжение пробоя p-n перехода по заданным параметрам легирования.
5. Рассчитать характеристики ПТУП по заданным параметрам.
6. Рассчитать характеристики МДП-транзистора с индуцированным каналом по заданным параметрам.
7. Рассчитать спектральную характеристику p-i-n фотодиода по заданным параметрам

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2.	Подготовка к защите лабораторных работ	1. Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. 2. Жужа М.А. Полупроводниковая электроника: лабораторные работы / М.А. Жужа, Е.Н. Жужа, Г.П. Ильченко. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2014. – 43 с.
3.	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 . Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
4.	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Электроника» используются современные образовательные технологии:

- дискуссия;
- анализ ситуаций профессиональной деятельности;
- метод проектов;
- интерактивная лекция (лекция-дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).

На лекции выносятся 80 % материала изложенного в программе дисциплины. Остальные 20 % материала выносятся для самостоятельного изучения. При объяснении нового материала используются проблемное изложение, поисковая беседа и презентация с обсуждением. Часть учебного материала предьявляется также и в электронном виде для ознакомления и изучения. Благодаря этому сокращается время на конспектирование лекционных занятий, что позволяет показывать наглядные пособия, обсуждать современные достижения науки и техники и разбирать конкретные электронные схемы более подробно.

В течение семестра студенты, используя литературу и материалы из Интернета, должны подготовить реферат и презентацию по учебному материалу и выступить с ним на лекционном занятии.

На лабораторных занятиях студенты, применяя на практике теоретические знания, собирают на макетных панелях электронные схемы и исследуют их работу в различных режимах, учатся работать с цифровыми и аналоговыми измерительными приборами. Лабораторные работы выполняются малыми группами студентов по 2 человека.

Эффективность учебной деятельности студентов оценивается по рейтинговой системе.

В учебном процессе используются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: презентация с обсуждением, поисковая беседа, работа в малых группах, дискуссия.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль:

- устный опрос по разделам учебной программы;
- реферат;
- контрольная работа;
- защита лабораторных работ.

Промежуточная аттестация:

- зачет в 4-м семестре.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

4.1.1 Примеры вопросов для устного опроса по разделам учебной программы.

Вопросы предназначены:

- для устного опроса на лекционных занятиях;
- в качестве дополнительных теоретических вопросов при сдаче студентами отчетов по лабораторным работам.

1. Что такое собственные и примесные полупроводники.
2. Разновидности электрических переходов и методы их создания.
3. Структура и принцип действия биполярного транзистора (БТ).
4. Излучательная рекомбинация и генерация носителей заряда под действием излучения.

5. Классификация полевых транзисторов (ПТ).
6. Работа ПТ и БТ в резистивных усилительных каскадах с общим истоком и с общим эмиттером соответственно.
7. Электронные лампы. Принципы электростатического управления.

4.1.2 Примерные темы рефератов.

1. Роль электроники в современной науке и технике. Краткая история и перспективы развития электроники.
2. Гетеропереходы.
3. Диодные структуры в микроэлектронных цепях, их роль и способы реализации.
4. Влияние температуры и радиации на характеристики и параметры биполярных транзисторов.
5. Конструктивно-технологические разновидности дискретных транзисторов.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Примеры вопросов для подготовки к зачету

1. Элементы зонной теории полупроводников.
2. Электропроводность полупроводников.
3. Явления в сильных электрических полях.
4. p-n-переход: высота и ширина потенциального барьера в равновесном состоянии, неравновесное состояние, механизм протекания тока, вольт-амперная характеристика (ВАХ) идеализированного диода, емкость перехода.
5. ВАХ реального p-n-диода: токи генерации-рекомбинации, сопротивление базы, пробой.
6. Модели полупроводникового диода и условия их применимости при анализе электрических цепей, содержащих диоды.
7. Собственные и примесные полупроводники.
8. Элементы зонной теории полупроводников.
9. Полупроводниковые диоды. Разновидности полупроводниковых диодов
10. p-n-переход, вольт-амперная характеристика идеализированного диода, ВАХ реального p-n-диода
11. Диоды Шоттки.
12. Принцип действия биполярного транзистора.
13. ВАХ биполярных транзисторов (входные, выходные)
14. Базовые схемы включения биполярных транзисторов.
15. Работа биполярных транзисторов на малом сигнале.
16. Стабилизация рабочей точки и усиления биполярных транзисторов.
17. Биполярные транзисторы в предельных режимах.
18. Биполярные транзисторные ключи
19. Фотодиоды.
20. Фототранзисторы.
21. Светодиоды. Вынужденное излучение.
22. Элементы оптоэлектроники
23. Принцип действия и ВАХ полевого транзистора с управляющим p-n-переходом.
24. Базовые схемы включения полевых транзисторов
25. Стабилизация рабочей точки и усиления полевых транзисторов.
26. Полевой транзистор с изолированным затвором
27. Принцип действия и ВАХ МДП транзистора
28. Электронные ключи на полевых транзисторах.
29. МДП-транзисторные ключи

30. Принцип действия и ВАХ полевого транзистора.
31. Работа полевых транзисторов на малом сигнале
32. Генераторы стабильного тока и напряжения.
33. Твердотельные датчики
34. Приборы с зарядовой связью.
35. Электронные приборы СВЧ. Особенности их функционирования и конструкций.
36. Электронные лампы. Принципы электростатического управления.
37. Классификация и конструкция электронных ламп. Основные характеристики и параметры.
38. Электронно-лучевые трубки. Принцип функционирования и основные характеристики и параметры. Области использования.

К зачету и экзамену по теоретическому материалу лекционных занятий допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы, подготовившие реферат и презентацию. Зачет проводится в устной форме, при этом студентам задаются 2 вопроса из общего перечня вопросов к зачету.

Рекомендуется следующие критерии оценки знаний.

Оценка **«неудовлетворительно/не зачтено»** выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

поверхностное знание теоретического материала;
незнание основных законов, понятий и терминов учебной дисциплины, неверное оперирование ими;

грубые стилистические и речевые ошибки.

Оценка **«удовлетворительно/зачтено»** ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объеме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;

- в целом усвоили основную литературу;

- в ответах на вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса;

- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;

- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;

- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы.

Оценка **«хорошо/зачтено»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твердое знание программного материала, который излагают систематизировано, последовательно и уверенно;

- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;

- допускают отдельные погрешности и незначительные ошибки при ответе;

- в ответах не допускает серьезных ошибок и легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка **«отлично/зачтено»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала (знание основных понятий, законов и терминов учебной дисциплины, умение оперировать ими);

- излагают материал логично, последовательно, развернуто и уверенно;

- излагают материал с достаточно четкими формулировками, подтверждаемыми графиками, цифрами или примерами;

- владеют научным стилем речи;

- демонстрируют знание материала лекций, базовых учебников и дополнительной литературы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата: в 2 ч. Ч. 1 / О. П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2017. - 382 с. - <https://biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C>.

2. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата: в 2 ч. Ч. 2 / О. П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2017. - 421 с. - <https://biblio-online.ru/book/A249DF90-9B06-4320-87A4-58BCF3A99C6D>.

3. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Миленина ; под ред. Н. К. Миленина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 270 с. - <https://biblio-online.ru/book/A6FBF178-314B-4255-96C7-9116BF1296EE>.

4. Бурбаева, Н.В. Сборник задач по полупроводниковой электронике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.В. Бурбаева, Т.С. Днепровская. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 168 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2126>. — Загл. с экрана.

5.2 Дополнительная литература:

1. Жужа, Михаил Александрович (КубГУ). Полупроводниковая электроника [Текст] : лабораторные работы / М. А. Жужа, Е. Н. Жужа, Г. П. Ильченко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2014. - 43 с. : ил. - Библиогр.: с. 42. - 8.36.

2. Зиновьев, Г. С. Силовая электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие для академического бакалавриата : в 2 ч. Ч. 2 / Г. С. Зиновьев. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 285 с. - <https://biblio-online.ru/book/77ABB5EB-9017-4DB7-8AB9-DF08869E4250>.

3. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 653 с. - <https://biblio-online.ru/book/EA7D000A-DDFD-472F-B8FB-FDAA602CB97C>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.3. Периодические издания.

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

В мире науки.
Вестник связи.
Зарубежная радиоэлектроника.
Известия ВУЗов. Серия: Приборостроение.
Известия ВУЗов. Серия: Радиофизика.
Известия ВУЗов. Серия: Радиоэлектроника.
Микроэлектроника.
Радио.
Радиотехника.
Радиотехника и электроника.
Радиотехника. Реферативный журнал. ВИНТИ.
Схемотехника.
Телекоммуникации.
Технологии и средства связи.
Успехи современной радиоэлектроники.
Электроника.
Электроника. Реферативный журнал. ВИНТИ.
Электроника: наука, технология, бизнес.
Электросвязь.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам – URL: <http://window.edu.ru/>.
2. Федеральный образовательный портал – URL: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm.
3. Каталог научных ресурсов – URL: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>.
4. Большая научная библиотека – URL: <http://www.sci-lib.com/>.
5. Раздел «Физика» Естественно-научного образовательного портала – URL: <http://www.en.edu.ru/catalogue/304>.
6. Раздел «Полупроводники» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам» – URL: http://www.ph4s.ru/books_tehnika.html.
7. Раздел «Технические науки (Радиофизика. Радиоэлектроника. Полупроводниковая электроника и др.)» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам» – URL: http://www.ph4s.ru/book_ph_poluprovodnik.html.
8. Клуб 155: материалы по программированию, полупроводниковой электронике и схемотехнике – URL: <http://www.club155.ru/>.
9. Информационные ресурсы Научной библиотеки КубГУ – URL: <http://www.kubsu.ru/ru/university/library/resources>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины «Электроника» при самостоятельной работе студент должен иметь:

- 1) конспект лекций в бумажном или электронном виде;
- 2) учебник (учебное пособие) в соответствии со списком литературы;
- 3) тетрадь для лабораторных работ.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Успешность освоения студентом учебной дисциплины отражается в его рейтинге – сумме баллов, которая формируется в течение семестра по результатам устных опросов, выполненного реферата (доклада), внутрисеместровой аттестации и защит лабораторных работ.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Пакет программ САПР NI Multisim.

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Электронный каталог научной библиотеки КубГУ (<http://212.192.134.46/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red).
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<https://www.biblio-online.ru/>).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 227С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитория 317С, оснащенная магнитно-маркерной доской

3.	Лабораторные занятия	Лаборатория 317С, укомплектованная оборудованием необходимым для проведения лабораторных работ
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской, для проведения групповых консультаций.
6.	Самостоятельная работа	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.