

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
Т.А. Хагуров
31 мая 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.17 Физика полупроводников и электроника

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль): Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины «Физика полупроводников и электроника» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника.

Программу составил:

Ильченко Г.П., доцент кафедры
радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ,
канд. физ.-мат. наук


_____ подпись

Рабочая программа дисциплины «Физика полупроводников и электроника» утверждена на заседании кафедры (разработчика) радиофизики и нанотехнологий протокол № 4 от 18 апреля 2024 г.

Зав. кафедрой (разработчика)


_____ подпись

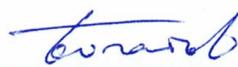
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий протокол № 4 от 18 апреля 2024 г.

Зав. кафедрой (выпускающей)


_____ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 5 от 18 апреля 2024 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 «Физика полупроводников и 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 «Физика полупроводников и электроника» относится к базовой части Блока 1 учебного плана. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания дисциплин «Электричество и магнетизм», «Радиоматериалы и радиокомпоненты», «Основы теории цепей». Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин «Радиотехнические цепи и сигналы», «Схемотехника аналоговых электронных устройств» «Радиотехнические системы», «Технологии компоновки РЭА».

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

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

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
ИОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Знает законы сохранения массы, энергии и заряда.
	Знает основы зонной теории электропроводности
	Знает основные законы дифференциального и интегрального исчисления
ИОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Умеет применять основы зонной теории для описания электрофизических характеристик полупроводников
	Умеет применять законы квантовой механики для описания диффузии и дрейфа свободных носителей заряда в полупроводниках
	Умеет применять математические методы для решения задач определения электропроводности полупроводников
ИОПК-1.3. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	Владеет навыками использования знаний физики при расчете электрофизических характеристик полупроводников
	Владеет навыками использования знаний физики при расчете электропроводности полупроводников
ПК-2 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	
ИПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков радиотехнических устройств и систем	Знает методики проведения исследований параметров полупроводникового диода
	Знает методики проведения исследований параметров биполярного и полевых транзисторов
	Знает методики проведения исследований параметров фотоэлектрических и излучательных приборов
ИПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем	Умеет проводить исследования параметров полупроводникового диода
	Умеет проводить исследования параметров биполярного и полевых транзисторов

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
	Умеет проводить исследования параметров фотоэлектрических и излучательных приборов
ИПК-2.3. Владеет навыками исследования характеристик радиотехнических устройств и систем	Владеет навыками исследования параметров полупроводникового диода
	Владеет навыками исследования параметров биполярного и полевых транзисторов
	Владеет навыками исследования параметров фотоэлектрических и излучательных приборов

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	
		4	
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего)	64	64	
Занятия лекционного типа	32	32	
практические занятия			
лабораторные занятия	32	32	
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	
Самостоятельная работа, в том числе:	37,8	37,8	
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.)	30	30	
Подготовка к текущему контролю	7,8	7,8	
Контроль			
Подготовка к зачету			
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	64,2	64,2
	зач. ед	3	3

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.	Носители заряда в полупроводниках. Генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф носителей заряда	20	6	-	4	6,3
2.	Физические эффекты в полупроводниках	20	6	-	8	6,3
3.	Контактные и поверхностные явления в полупроводниках. Р-n-переход. Полупроводниковые диоды	20	6	-	4	6,3
4.	Биполярные транзисторы	20	6	-	8	6,3

5.	Полевые транзисторы	20	6	-	4	6,3
6.	Фотоэлектрические и излучательные полупроводниковые приборы	8	2	-	4	6,3
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	32	-	32	37,8

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Носители заряда в полупроводниках. Генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф носителей заряда	<p>Электропроводность полупроводников. Равновесные и неравновесные носители заряда. Дрейфовая скорость. Подвижность носителей заряда. Собственные, примесные и компенсированные полупроводники. Основные и неосновные носители. Температурный диапазон применения полупроводниковых приборов. Элементы зонной теории. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Уровень Ферми. Определение ширины запрещенной зоны и глубины залегания примесных уровней.</p> <p>Равновесные и неравновесные носители. Оптическая биполярная генерация. Время жизни неравновесных носителей заряда.</p> <p>Основные виды рекомбинации. Диффузионные и дрейфовые токи. Уравнение полного тока. Соотношение Эйнштейна.</p> <p>Уравнение непрерывности. Уравнение Пуассона. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда при монополярной проводимости. Диффузия и дрейф при биполярной оптической генерации.</p>	Устный опрос, реферат, презентация
2.	Физические эффекты в полупроводниках	<p>Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Классификация и характеристики приемников оптического излучения. Фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Солнечная батарея. ЭДС Дембера.</p> <p>Гальваномагнитные эффекты в полупроводниках: Холла, Гаусса, магнитоконцентрационный. Магниторезисторы. Магнитодиоды. Магнитотранзисторы.</p> <p>Термоэлектрические явления и эффекты: Зеебека, Пельтье и Томсона. Метод термозонда. Полупроводники в сильных электрических полях: «разогрев» носителей, эффект Ганна, ударная и электростатическая ионизации, туннельный эффект. Туннельный диод.</p>	Устный опрос, реферат, презентация
3.	Контактные и поверхностные явления в полупроводниках. Р-n-переход. Полупроводниковые диоды	<p>Контакт металл-полупроводник: зонные диаграммы, работа выхода, электронное сродство, контактная разность потенциалов, ВАХ. Распределение объемного заряда и поля. Омические контакты. Поверхностные состояния. Эффект поля. Диод Шоттки. Классификация р-n-переходов. Диаграммы распределения объемного заряда, электрического поля, концентраций носителей. Барьерная емкость. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда. Диффузионная емкость. ВАХ р-n-перехода.</p> <p>Разновидности полупроводниковых диодов: выпрямительные, импульсные, варикапы, стабилитроны, обращенные, туннельные и т.д. Особенности конструкций, параметров, характеристик и моделей. Влияние внешних условий на характеристики и параметры диодов. Переходные процессы в диодно-резисторной цепи.</p>	Устный опрос, реферат, презентация

4.	Биполярные транзисторы	Структура и принцип действия биполярного транзистора (БТ). Режимы работы. Схемы включения. Коэффициенты передачи токов в статическом режиме. Модель Эберса-Молла. Статические характеристики БТ. Влияние сопротивления базы и зависимости ширины базы от коллекторного напряжения на форму статических характеристик БТ. Влияние температуры и радиации на характеристики и параметры БТ. Малосигнальные высокочастотные линейные модели БТ. Работа БТ в ключевом режиме. Переходные процессы. Импульсные параметры. Конструктивно-технологические разновидности дискретных транзисторов. Источники собственных шумов в БТ.	Устный опрос, реферат, презентация
5.	Полевые транзисторы	Классификация полевых транзисторов (ПТ). Устройство и принцип действия ПТ с управляющим р-n-переходом. Физические параметры и их зависимости от температуры. Линейные и нелинейные модели ПТ с управляющим переходом для высоких частот. Устройство и принцип действия МДП-транзисторов. Физические процессы в МДП-структурах и физические параметры МДП-транзисторов. ВАХ и их зависимость от температуры. Модели МДП транзисторов. Работа ПТ в ключевом режиме. Импульсные параметры. Конструктивно-технологические разновидности ПТ. Особенности структур и параметров интегральных ПТ. Структуры на комплементарных МДП транзисторах.	Устный опрос, реферат, презентация
6.	Фотоэлектрические и излучательные приборы	Излучательная рекомбинация и генерация носителей заряда под действием излучения. Фотосопротивления. Фотодиоды. Фототранзисторы. Светодиоды. Вынужденное излучение. Суперлюминесцентные диоды.	Устный опрос, реферат, презентация

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Семинарские занятия – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Носители заряда в полупроводниках. Генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф носителей заряда	Четырёхзондовый метод и метод термозонда.	Защита ЛР
2.	Физические эффекты в полупроводниках	Изучение эффекта Холла	Защита ЛР
3.		Датчики физических величин	Защита ЛР
4.	Фотоэлектрические и излучательные приборы	Полупроводниковые фотоприемники	
5.	Контактные и поверхностные явления в полупроводниках. Р-n-переход. Полупроводниковые диоды	Изучение характеристик и параметров полупроводниковых диодов	Защита ЛР
6.	Биполярные транзисторы	Изучение характеристик биполярных транзисторов.	Защита ЛР
7.	Полевые транзисторы	Изучение характеристик полевых транзисторов	Защита ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы – не предусмотрены.

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. Осталь-

ные 20 % материала выносятся для самостоятельного изучения. При объяснении нового материала используются проблемное изложение, поисковая беседа и презентация с обсуждением. Часть учебного материала предъясняется 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 Шотки.
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.

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 объёме, 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 твёрдое 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/A6FBBF178-314B-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 интерактивной доской.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория 311С, укомплектованная оборудованием необходимым для проведения лабораторных работ
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 317С, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской, для проведения групповых консультаций.
5.	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.