ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Клыгач Д. С.
Пользователь: klygachds
Дата подписания: 30.05.2023

Д. С. Клыгач

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.09 Физические основы электроники
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Клыгач Д. С.
Пользователь: klygachds
Дата подписания: 30.05.2023

Д. С. Клыгач

Разработчик программы,
доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Бухарин В. А.
Пользователь: bukharinva
Дата подписания: 30.05.2023

В. А. Бухарин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование и развитие фундаментальных физических знаний в современных и перспективных областях электроники. Изучение основных физических процессов и явлений в полупроводниках и полупроводниковых приборах (элементах микроэлектронных схем); овладение математическим аппаратом, методами физического исследования, техническими и программными средствами; приобретение навыков физического эксперимента, измерения и анализа физических и технических параметров полупроводниковых твёрдотельных и электровакуумных приборов; изучение физических процессов, с которыми связаны перспективы развития электроники.

Краткое содержание дисциплины

Зонная теория твёрдого тела. Обобществление электронов в кристалле. Туннельный эффект. Зонный характер энергетического спектра электронов в кристалле. Закон дисперсии. Зоны Бриллюена. Эффективная масса носителей заряда. Групповая скорость. Модель Кронига-Пенни. Зонная структура диэлектриков, полупроводников, металлов. Физика полупроводников. Собственные и примесные полупроводники. Зависимость концентрации свободных носителей заряда от положения уровня Ферми. Контактные явления. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов. Контакт металл-полупроводник. Выпрямление на контакте металл-полупроводник. Эффект Шоттки. ВАХ. Равновесный p-n переход. Резкий и плавный p-n переходы. Толщина обеднённого слоя. Распределение потенциала. Зонная диаграмма для равновесного p-n перехода. Выпрямление на p-n переходе. Диффузионная ёмкость p-n перехода. Пробой p-n перехода и его механизмы (лавинный, туннельный, тепловой, поверхностный пробой). Омический контакт. Физические принципы работы биполярного транзистора. Структура и энергетическая диаграмма. Инжекция носителей. Активный режим, режимы насыщения и отсечки. Схемы включения транзисторов. Схема с общей базой, общим эмиттером и коллектором. Основные параметры и характеристики биполярного транзистора. Коэффициент усиления по току. Обратный ток коллектора. Предельная частота транзистора. Дрейфовые транзисторы. Основные характеристики дрейфового транзистора. Схема с общим эмиттером. Пробой. Физические принципы работы полевых транзисторов. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. ВАХ полевых транзисторов с управляющим p-n переходом. Поверхностные состояния. Обеднённый, инверсионный и обогащённый слои полупроводника. Поверхностная проводимость. МДП (МОП)-транзистор. Идеальная МДП-структура. Эффект поля. МДП-транзисторы со встроенным и индуцированным каналами. ВАХ МДП-транзистора. Разновидности МДП-транзисторов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе	Знает: методы системного и критического анализа; современных основ физической

системного подхода, вырабатывать стратегию действий	электроники. Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа в области физических основ электроники. Имеет практический опыт: во владении методами работы с аппаратно-программными средствами дисциплины физические основы электроники

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.05.03 Специальные главы математики, 1.О.05.02 Математический анализ, 1.Ф.03 Основы компьютерного моделирования, 1.О.08 Информатика и программирование, 1.О.11 Основы теории цепей и электротехника, 1.О.05.01 Алгебра и геометрия, 1.О.09 Химия	1.Ф.18 Антенные устройства радиоэлектронных средств, 1.Ф.08 Основы теории радиосистем и комплексов управления, 1.Ф.19 Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и антенны

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.03 Основы компьютерного моделирования	Знает: принципы проектирования конструкций радиоэлектронных средств, основные понятия и команды пакетов графических программ (ПГП), позволяющие строить двух- и трехмерные изображения (в виде чертежей или рисунков) объектов и изделий; методику адаптации пакетов графических программ для конкретных областей применения. Умеет: использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации, выполнять чертежи при помощи пакетов графических программ; строить трехмерные модели объектов и изделий при помощи пакетов графических программ; создавать визуализированные презентации спроектированных объектов и изделий при помощи пакетов графических программ; создавать пользовательские приложения для пакетов графических программ Имеет практический опыт: оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами, работы в пакетах графических программ; приемами компьютерного дизайна; техникой работы с цветом и использования всей палитры цветов.
1.О.05.03 Специальные главы математики	Знает: основные понятия векторного и комплексного анализа, теории рядов; основные математические методы специальных разделов математики, применяемые в исследовании

	профессиональных проблем., основные понятия векторного и комплексного анализа, теории рядов; основные математические методы специальных разделов математики, применяемые в исследовании профессиональных проблем. Умеет: использовать в профессиональной деятельности базовые знания специальных разделов математики; применять математические модели простейших систем и процессов для решения профессиональных задач., использовать в профессиональной деятельности базовые знания специальных разделов математики; применять математические модели простейших систем и процессов для решения профессиональных задач. Имеет практический опыт: использования средств и методов векторного и комплексного анализа, теории рядов в и основ математического моделирования в практической деятельности., использования средств и методов векторного и комплексного анализа, теории рядов в и основ математического моделирования в практической деятельности.
1.О.09 Химия	Знает: содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химическихпроцессах. Умеет: выполнять эксперименты и обобщать наблюдаемые факты с использованием химических законов, предвидеть физические и химические свойства веществ на основе знания о строении вещества, природе химической связи, пользоваться химической литературой и справочниками. Имеет практический опыт: Владения элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом, общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами.
1.О.11 Основы теории цепей и электротехника	Знает: современные тенденции развития электроники, методы анализа и синтеза электронных схем., методы решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей., методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области теории электрических цепей. Умеет: выполнять анализ простейших электрических схем в специализированном пакете прикладных программ., применять на практике методы анализа электрических цепей., применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций в области электрических цепей. Имеет практический опыт: владения практическими методами измерения параметров и характеристик электрических цепей, навыками проектирования и расчета

	простейших аналоговых электрических цепей., владения навыками практического использования специализированного программного обеспечения для моделирования и анализа электрических цепей., владения практическими методами измерения параметров и характеристик электрических цепей, навыками проектирования и расчета простейших аналоговых электрических цепей.
1.О.08 Информатика и программирование	Знает: основы теории информации; технические и программные средства реализации информационных технологий;глобальные и локальные компьютерные сети; современные языки программирования, программное обеспечение и технологии программирования; средства автоматизации математических расчетов. современные языки программирования, программное обеспечение и технологии программирования; средства автоматизации математических расчетов. , основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. Умеет: использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения, решать простые задачи алгоритмизации, создавать программы на языке высокого уровня. использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения, решать простые задачи алгоритмизации, создавать программы на языке высокого уровня., выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. Имеет практический опыт: владения основными методами работы на ПЭВМ с прикладными программными средствами, навыками программирования и математического моделирования. основными методами работы на ПЭВМ с прикладными программными средствами, навыками программирования и математического моделирования, способен к разработке текстовой, программной документации в соответствии с нормативными требованиями ЕСПД., владения способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений. навыками работы за персональным компьютером, в т.ч. пакетами прикладных программ для разработки и представления документации.
1.О.05.02 Математический анализ	Знает: основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа., основные понятия и методы

	дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа. Умеет: использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах., использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах. Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания., решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания.
1.О.05.01 Алгебра и геометрия	Знает: теоретические основы линейной и векторной алгебры и аналитической геометрии; геометрический и физический смысл основных понятий алгебры и геометрии; простейшие приложения алгебры и геометрии в профессиональных дисциплинах., теоретические основы линейной и векторной алгебры и аналитической геометрии; геометрический и физический смысл основных понятий алгебры и геометрии; простейшие приложения алгебры и геометрии в профессиональных дисциплинах. Умеет: использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания дисциплины; применять на практике знание дисциплины и проявлять высокую степень понимания;переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; приобретать новые математические знания, используя образовательные информационные технологии., использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания дисциплины; применять на практике знание дисциплины и проявлять высокую степень понимания; переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; приобретать новые математические знания, используя образовательные информационные технологии. Имеет практический опыт: использования

	основных методов линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью; навыками анализа учебной и научной математической литературы., использования основных методов линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью; навыками анализа учебной и научной математической литературы.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 73,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	34,5	34,5
Подготовка к экзамену	10,5	10.5
Подготовка к практическим занятиям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Изучение раздела "Физика полупроводников"	8	8
Консультации и промежуточная аттестация	9,5	9,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Зонная теория твёрдого тела.	10	6	4	0
2	Физика полупроводников.	8	4	4	0
3	Контактные явления.	24	8	8	8
4	Физические принципы работы полевых транзисторов.	12	8	0	4
5	Физические принципы работы биполярного транзистора.	10	6	0	4

5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-

лекции	раздела		во часов
1	1	Введение. Терминология дисциплины, основные понятия и определения, система единиц физических величин СИ. Зонная теория твёрдого тела. Обобществление электронов в кристалле.	2
2	1	Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Зонный характер энергетического спектра электронов в кристалле в приближении слабосвязанных электронов. Закон дисперсии. Зоны Бриллюена.	2
3	1	Эффективная масса носителей заряда. Групповая скорость. Электрон в периодическом потенциальном поле. Модель Кронига-Пенни. Зонная структура диэлектриков, полупроводников, металлов.	2
4	2	Физика полупроводников. Собственные и примесные полупроводники, закон действующих масс, положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей зарядов. Статистика носителей зарядов в собственных и примесных полупроводниках. Электропроводность твёрдых тел. Проводимость и подвижность носителей заряда. Дрейфовая скорость. Время релаксации и длина свободного пробега.	2
5	2	Электропроводность невырожденного и вырожденного газов. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. Электропроводность чистых металлов. Явление сверхпроводимости. Эффект Мейсснера-Оксенфельда. Правило Матиссена. Эффект сильного поля. Термоэлектронная ионизация Френкеля. Ударная ионизация. Электростатическая ионизация. Эффект Ганна. Электростатический домен. Диод Ганна.	2
6	3	Контактные явления. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов. Внешняя и внутренняя контактные разности. Контакт металл-полупроводник. Выпрямление на контакте металл-полупроводник. Эффект Шоттки. Толщина обеднённого слоя. ВАХ. Коэффициент выпрямления. Коэффициент нелинейности. Технология изготовления планарного диода Шоттки.	2
7	3	Электронно-дырочный переход (p–n-переход). Способы получения p–n-перехода. Равновесный p–n-переход. Резкий и плавный p–n-переходы. Толщина обеднённого слоя. Распределение потенциала.	2
8	3	Зонная диаграмма для равновесного p–n-перехода. Прямое и обратное включение p–n-перехода. Обратный ток p–n-перехода, его составляющие. Инжекция, экстракция неосновных носителей заряда в p–n-переходе. Выпрямление на p–n-переходе.	2
9	3	Ёмкость p–n-перехода. Частотные свойства p–n-перехода, эквивалентная схема перехода. Рекомбинация дырок в области n и электронов в области p. Плоскостной диод. Точечный диод. Пробой p–n-перехода и его механизмы (лавинный, туннельный, тепловой, поверхностный пробой). Контакт двух полупроводников одного типа. Омический контакт. Основные требования и способы получения омических контактов.	2
10	4	Физические принципы работы биполярного транзистора. Структура и энергетическая диаграмма биполярного транзистора. Инжекция и экстракция носителей заряда.	2
11	4	Активный режим, режимы насыщения и отсечки биполярного транзистора. Схемы включения транзисторов. Схема с общей базой, общим эмиттером и коллектором. Основные параметры и характеристики биполярного транзистора.	2
12	4	Коэффициент усиления по току. Обратный ток коллектора. Предельная частота транзистора. Температурная зависимость характеристик и	2

		параметров биполярного транзистора.	
13	4	Дрейфовые транзисторы. Основные характеристики дрейфового транзистора. Схема с общим эмиттером. Пробой биполярного транзистора.	2
14	5	Физические принципы работы полевых транзисторов. Полевые транзисторы с управляющим p–n-переходом. ВАХ полевых транзисторов с управляющим p–n-переходом.	2
15	5	Поверхностные состояния. Эффект поля. Обеднённый, инверсионный и обогащённый слои полупроводника. Поверхностная проводимость.	2
16	5	МДП (МОП)-транзисторы. Идеальная МДП-структура. МДП-транзисторы со встроенным и индуцированным каналами. ВАХ МДП-транзистора. Разновидности МДП-транзисторов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Физика твёрдого тела. Внутренняя структура твёрдых тел. Силы связи. Способы описания состояния макроскопической системы. Термодинамическое описание коллектива. Химический потенциал. Статистический способ описания коллектива. Микрочастицы и коллектив. Соотношения неопределённости Гейзенберга. Вырожденное и невырожденное состояния.	2
2	1	Полная статистическая функция распределения. Функции распределения. Число состояний для микрочастиц. Фермионы и бозоны. Распределение Максвелла-Больцмана. Распределение Ферми-Дирака. Распределение Бозе-Эйнштейна.	2
3	2	Физика полупроводников. Собственные и примесные полупроводники. Закон действующих масс. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей зарядов.	2
4	2	Физика полупроводников. Статистика носителей зарядов в собственных и примесных полупроводниках.	2
5	3	Контактные явления. Контакт двух металлов. Работа выхода. Внешняя и внутренняя контактные разности потенциалов.	2
6	3	Контактные явления. Выпрямляющий и невыпрямляющий контакты металл-полупроводник. Омический контакт.	2
7	3	Электронно-дырочный переход (p-n переход). Толщина обеднённого слоя. Распределение потенциала. Зонная диаграмма для равновесного p-n перехода.	2
8	3	Прямое и обратное включение p-n перехода. Обратный ток p-n перехода, его составляющие. Инжекция, экстракция неосновных носителей заряда в p-n переходе.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Исследование электровакуумного диода. Исследуются вольтамперные характеристики электровакуумного диода. Определяется контактная разность потенциалов контакта двух металлов, температура катода и работа выхода из катода.	4
2	3	Исследование электронно-дырочного перехода. Исследуются вольтамперные	4

		характеристики электронно-дырочного перехода, определяются коэффициент выпрямления и коэффициент нелинейности.	
3	4	Исследования биполярных транзисторов. Измеряются входные и выходные характеристики биполярных транзисторов в режимах с ОЭ и ОБ.	4
4	5	Исследования полевых транзисторов. Исследуется полевой транзистор с управляющим p-n-переходом. Изучается МДП-структура. Исследуется полевой МДП-транзистор со встроенным каналом n-типа.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	ЭУМД, осн. лит., 1, раздел 1, гл. 1, с.24-95, с.101-105; раздел 2, гл. 2, с.137-145; раздел 3, с.242-262, с.283-296, с.342-368. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5856 — Загл. с экрана. ЭУМД, доп. лит., 4, гл. 1, с.8-44; гл. 2, с.45-69; гл. 3, с.81-96; гл. 4, с.144-158. Глазачев, А.В. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/45131 — Загл. с экрана. ЭУМД, осн. лит., 5, гл. 1, с.4-12; гл. 2, с.18-30; гл. 3, с.36-61; гл. 4, с.67-76. Аристов, А.В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / А.В. Аристов, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 100 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/82842 — Загл. с экрана.	4	10,5
Подготовка к практическим занятиям	ЭУМД, осн. лит., 1, раздел 1, гл. 1, с.24-95, с.101-105; раздел 2, гл. 2, с.137-145; раздел 3, с.242-262, с.283-296, с.342-368. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5856 — Загл. с экрана. ЭУМД, доп. лит., 4, гл. 1, с.8-44; гл. 2, с.45-69; гл. 3, с.81-96; гл. 4, с.144-158. Глазачев, А.В. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / А.В.	4	8

	Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/45131 — Загл. с экрана. ЭУМД, доп. лит., 5, гл. 1, с.4-12; гл. 2, с.18-30; гл. 3, с.36-61; гл. 4, с.67-76. Аристов, А.В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / А.В. Аристов, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 100 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/82842 — Загл. с экрана. ЭУМД, доп. лит., 3, гл. 1,2,3. Терехов, В.А. Задачник по электронным приборам. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 280 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/76831 — Загл. с экрана.		
Подготовка к лабораторным работам	ЭУМД, осн. лит., 1, раздел 1, гл. 1, с.24-95, с.101-105; раздел 2, гл. 2, с.137-145; раздел 3, с.242-262, с.283-296, с.342-368. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5856 — Загл. с экрана. ЭУМД, доп. лит., 4, гл. 1, с.8-44; гл. 2, с.45-69; гл. 3, с.81-96; гл. 4, с.144-158. Глазачев, А.В. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/45131 — Загл. с экрана.	4	8
Изучение раздела "Физика полупроводников"	ЭУМД, осн. лит., 1, раздел 2, гл. 1, с.24-95. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5856 — Загл. с экрана. ЭУМД, доп. лит., 4, раздел 2, гл. 1, с.6-13. Глазачев, А.В. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/45131 — Загл. с экрана.	4	8

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 1	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балла; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	экзамен
2	4	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 2	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за	экзамен

						каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	
3	4	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 3	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	экзамен
4	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 1	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчёт. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности	экзамен

						обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): - приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.	
5	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 2	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчёт. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): - приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.	экзамен
6	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 3	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчёт. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности	экзамен

						обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): - приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.	
7	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 4	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчёт. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): - приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.	экзамен
8	4	Бонус	Бонусное задание	-	0,75	Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимально возможная величина бонус-рейтинга	экзамен

						+15 %.	
9	4	Курсовая работа/проект	Курсовая работа	-	100	Техническое задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдаёт преподавателю пояснительную записку. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. На защиту студент предоставляет: 1. Развернутое техническое задание. 2. Программный продукт. 3. Пояснительную записку на 20-25 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации. Защита курсовой работы выполняется в форме устного собеседования. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы преподавателя. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: – Соответствие техническому заданию: 30 баллов – полное соответствие техническому заданию, работоспособность во всех режимах; 20 баллов – полное соответствие техническому заданию, работоспособность в подавляющем большинстве режимов; 10 баллов – не полное соответствие техническому заданию, работоспособность только в части режимов; 0 баллов – не соответствие техническому заданию, неработоспособность или работоспособность только в малой части режимов. – Качество пояснительной записки: 30 баллов – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и	кур-совые работы

						обоснованными положениями; 20 баллов – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями; 10 баллов – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения; 0 баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 40 баллов – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы; 30 баллов – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы; 10 баллов – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы; 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по её теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. Максимальное количество баллов – 100.	
10	4	Проме-жуточная аттестация	Промежуточная аттестация	-	5	Промежуточная аттестация проводится в форме ответов на вопросы, приведённые в билете. Контрольные мероприятия промежуточной	экзамен

						аттестации проводятся во время экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). На экзамене за ответы начисляется: 5 баллов - 85-100% правильных ответов; 4 балла - 75-85% правильных ответов; 3 балла - 60-74% правильных ответов; 2 балла - 40-59% правильных ответов; 1 балл - менее 40% правильных ответов; 0 баллов - студент не явился на экзамен.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85…100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75…84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УК-1	Знает: методы системного и критического анализа; современных основ физической электроники.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа в области физических основ электроники.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: во владении методами работы с аппаратно-программными средствами дисциплины физические основы электроники	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Епифанов, Г. И. Твердотельная электроника Учеб. для вузов по спец."Радиофизика и электрон." Г. И. Епифанов, Ю. А. Мома. - М.: Высшая школа, 1986. - 303 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Епифанов, Г. И. Физические основы конструирования и технологии РЭА и ЭВА Учеб. пособие для вузов Г. И. Епифанов, Ю. А. Мома. - М.: Советское радио, 1979. - 352 с. ил.
2. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела Учеб. пособие для втузов Г. И. Епифанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1977. - 288 с. ил.
3. Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 739 с. ил.
4. Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 739 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Физика твёрдого тела, науч.-теорет. журн., Рос. акад. наук, Отделение общ. физики и астрономии, Физ.-техн. ин-т им. А. Ф Иоффе.
2. Современная электроника. — М.: Издательство ООО «СТА-ПРЕСС». Журнал для специалистов.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Егоров, Н.М. Электроника. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Н. М. Егоров. – Электрон, дан. (3 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – (Электроника: УМКД № 48-2007 / рук. творч. коллектива Н. М. Егоров). – 1 электрон, опт. диск (I) VI)).

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Егоров, Н.М. Электроника. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Н. М. Егоров. – Электрон, дан. (3 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – (Электроника: УМКД № 48-2007 / рук. творч. коллектива Н. М. Егоров). – 1 электрон, опт. диск (I) VI)).

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5856 — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная	Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 288 с. —

		система издательства Лань	Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2023 — Загл. с экрана.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Терехов, В.А. Задачник по электронным приборам. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 280 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/76831 — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Глазачев, А.В. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/45131 — Загл. с экрана.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Аристов, А.В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / А.В. Аристов, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 100 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/82842 — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Autodesk-Eductional Master Suite (AutoCAD, AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Inventor Professional Suite, AutoCAD Raster Design, MEP, Map 3D, Electrical, 3ds Max Design, Revit Architecture, Revit Structure, Revit(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	1017 (3б)	Лаборатория физических основ электроники, микро- и наноэлектроники. Компьютеры, подключенные к сети Интернет, с пакетом прикладных программ, специализированное программное обеспечение. Демонстрационные образцы элементов: Различные полупроводниковые и микроэлектронные приборы, образцы радиоматериалов и изделия из них.
Лабораторные занятия	1017 (3б)	Лаборатория физических основ электроники, микро- и наноэлектроники. Макеты лабораторных работ; источники питания постоянного тока GWINSTEK GPR-3060D; испытатель маломощных транзисторов и диодов Л2-54, характериограф TR-4802, испытатель полевых транзисторов Л2-48. Компьютеры, подключенные к сети Интернет, с пакетом прикладных программ, специализированное программное обеспечение. Удаленный терминальный доступ к суперкомпьютеру.
Лекции	1012 (3б)	Компьютер, проекционный аппарат, интернет.