ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и компьютерных наук

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Радченко Г. И.
Пользователь: radchenkogi
Дата подписания: 05.06.2021

Г. И. Радченко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С1.03 Физические основы электроники
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
уровень Специалитет
специализация Радиосистемы и комплексы управления
форма обучения очная
кафедра-разработчик Конструирование и производство радиоаппаратуры

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,
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Войтович Н. И.
Пользователь: voitovichni
Дата подписания: 04.06.2021

Н. И. Войтович

Разработчик программы,
доцент

ЮУрГУ
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: 04.06.2021

В. А. Бухарин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тележкин В. Ф.
Пользователь: telezhkinvf
Дата подписания: 04.06.2021

В. Ф. Тележкин

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
ПК-5 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по	Знает: методы и алгоритмы моделирования процессов в устройствах СВЧ

типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Умеет: пользоваться типовыми методиками моделирования процессов в устройствах СВЧ Имеет практический опыт: пользования типовыми методиками моделирования процессов в устройствах СВЧ.
ПК-11 Способен осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов	Знает: аппаратуру обслуживаемых устройств СВЧ и еѐ функционирование Умеет: осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание устройств СВЧ Имеет практический опыт: владения навыками эксплуатации и технического обслуживания устройств СВЧ

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Методы вторичной обработки в радиолокационных системах и комплексах, Цифровые методы пространственно-временной обработки сигналов, Основы аналогового и цифрового телевидения, Производственная практика, эксплуатационная практика (6 семестр)

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 57,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	50,5	50,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к экзамену	10,5	10.5
Подготовка к практическим занятиям	16	16

Изучение раздела "Физика полупроводников"	8	8
Подготовка к лабораторным работам	16	16
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.	4	0	4	0
3	Контактные явления.	24	8	8	8
4	Физические принципы работы биполярного транзистора.	6	2	0	4
5	Физические принципы работы полевых транзисторов.	4	0	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-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	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
5	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
6	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
7	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
8	4	Физические принципы работы биполярного транзистора. Структура и	2

		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.	

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 характеристики электронно-дырочного перехода, определяются коэффициент выпрямления и коэффициент нелинейности.	4
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. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/45131 — Загл. с	4	16

	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.		
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
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	16

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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 каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;	экзамен

						- 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 обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из	экзамен

						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 обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):	экзамен

						- 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	1	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 +15 %.	экзамен
9	4	Курсовая работа/проект	Курсовая работа	1	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.	кур-совые работы

						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 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.	

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 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %.	

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-5	Знает: методы и алгоритмы моделирования процессов в устройствах СВЧ	+	+	+					+	+
ПК-5	Умеет: пользоваться типовыми методиками моделирования процессов в устройствах СВЧ		+	+					+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: пользования типовыми методиками моделирования процессов в устройствах СВЧ.		+	+					+	+
ПК-11	Знает: аппаратуру обслуживаемых устройств СВЧ и еѐ функционирование				+	+	+	+	+	
ПК-11	Умеет: осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание устройств СВЧ				+	+	+	+	+	
ПК-11	Имеет практический опыт: владения навыками эксплуатации и технического обслуживания устройств СВЧ				+	+	+	+	+	

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Смирнов, Ю. А. Физические основы электроники [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Электроэнергетика и и электротехника" и др. Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - Изд. 2-е, испр. - СПб. и др.: Лань, 2013. - 560 с. ил., табл.
2. 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:

2. 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 разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	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.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2023 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	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.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	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.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Дополнительная литература	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 :	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

		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 ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	1017 (3б)	Лаборатория основ 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.
Практические занятия и семинары	1017 (3б)	Лаборатория основ 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.