

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
 В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
 Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по УР

А.В. Корячко

Физические основы электроники

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электронных приборов**

Учебный план 11.03.04_23_00.plx
 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **10 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	3 (2.1)		4 (2.2)		Итого	
	Неделя		Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32	64	64
Лабораторные	16	16	16	16	32	32
Практические			16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,35	0,35	0,6	0,6
Консультирование перед экзаменом и практикой			2	2	2	2
Итого ауд.	48,25	48,25	66,35	66,35	114,6	114,6
Контактная работа	48,25	48,25	66,35	66,35	114,6	114,6
Сам. работа	48	48	132	132	180	180
Часы на контроль	11,75	11,75	53,65	53,65	65,4	65,4
Итого	108	108	252	252	360	360

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Серебряков Андрей Евгеньевич

Рабочая программа дисциплины

Физические основы электроники

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от 26.05.2023 г. № 5

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Чиркин Михаил Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры **Электронных приборов**

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **Электронных приборов**

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **Электронных приборов**

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Формирование систематических знаний в области фундаментальных физических основ работы приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники, подготовка студента к освоению последующих дисциплин профессионального цикла, к решению задач, связанных с экспериментальными исследованиями параметров и характеристик приборов вакуумной, плазменной и микроволновой электроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Настоящая дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана: «Математика», «Физика», «Химия».
2.1.2	До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
2.1.3	знать: дифференциальное и интегральное исчисление, основы математического анализа, базовые математические модели применительно к задачам электроники, строение атома и твердых тел, основные физические явления, основные факты, базовые концепции и модели квантовой физики, электричества и магнетизма, основные свойства материалов, их применение в элементах электроники и нанoeлектроники;
2.1.4	уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования процессов в вакууме и газовом разряде;
2.1.5	владеть: базовыми навыками экспериментального исследования процессов в вакууме и газовом разряде.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Физические основы микро- и нанoeлектроники
2.2.2	Электромагнитные поля и волны. Ч.1
2.2.3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Преддипломная практика
2.2.5	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
ОПК-1.1. Использует положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности	
<p>Знать основы физики вакуума и газового разряда; основы эмиссионной электроники, физическую природу токов, протекающих в приборах; статистические, квазистатистические и динамические методы управления токами; формы и свойства газового разряда; параметры и характеристики приборов и методы их расчета.</p> <p>Уметь анализировать физическую сущность процессов при движении зарядов в вакууме и газе; адаптировать современные методы расчета данных процессов к потребностям электроники и нанoeлектроники.</p> <p>Владеть методами применения соответствующего физико-математического аппарата для расчета и анализа процессов при движении зарядов в вакууме и газе.</p>	
ОПК-1.2. Использует положения, законы математики для решения задач инженерной деятельности	
<p>Знать методы анализа и расчета характеристик электрических цепей, включающих приборы вакуумной и плазменной электроники.</p> <p>Уметь рассчитывать параметры и характеристики цепей, включающих приборы вакуумной и плазменной электроники.</p> <p>Владеть методами применения соответствующего физико-математического аппарата для расчета и анализа цепей, включающих приборы вакуумной электроники и плазменной электроники.</p>	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик электровакуумных и газоразрядных приборов, схем, устройств и установок.
3.2	Уметь:
3.2.1	выбирать и реализовывать на практике эффективную методику исследования параметров и характеристик электровакуумных и газоразрядных приборов, схем, устройств и установок.
3.3	Владеть:

3.3.1	навыками проведения экспериментального исследования физических процессов в электровакуумных и газоразрядных приборах, параметров и характеристик приборов по заданной методике.
-------	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Физические основы вакуумной электроники					
1.1	Введение. Физика вакуума /Тема/	3	0			
1.2	Основные определения. Классификация областей электроники. Носители зарядов в приборах электроники. Основные физические процессы в приборах электроники. Обобщенная структура электронных приборов. Понятие о техническом вакууме. Частота соударений молекул газа. Длина свободного пробега молекул. Современные представления о физическом вакууме. Применение вакуума и вакуумных систем в науке и технике. /Лек/	3	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.3	Основные физические процессы в приборах электроники. Современные представления о физическом вакууме. Применение вакуума и вакуумных систем в науке и технике. Изучение конспекта лекций. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.4	Физические основы эмиссионной электроники /Тема/	3	0			
1.5	Электроны в металлах и полупроводниках. Работа выхода электронов. Энергетическая и потенциальная диаграмма границы «металл-вакуум». Термоэлектронная эмиссия, формула Ричардсона. Эффект Шоттки. Влияние пленок электроположительного материала на работу выхода. Типы термокатодов. Вторичная электрон-электронная эмиссия, энергетический спектр вторичных электронов, Оже-эффект. Автоэлектронная эмиссия, формула Фаулера- Нордгейма. /Лек/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.6	Электроны в металлах и полупроводниках. Энергетическая и потенциальная диаграмма границы «металл-вакуум». Виды электронной эмиссии. Изучение конспекта лекций. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.7	Квазистатическое управление потоками электронов /Тема/	3	0			

1.8	Исследование процессов управления катодным током в двухэлектродной системе /Лаб/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет, отчет по лабораторной работе
1.9	Физические процессы при движении электронов в двухэлектродном промежутке: основные уравнения, искажение распределения электрического поля пространственным зарядом, закон «степени 3/2» для двухэлектродной системы, роль начальных тепловых скоростей электронов. Сравнение закона «степени 3/2» с реальными характеристиками диода. Управление током в 3-х электродной системе. Механизм усиления колебаний напряжения и токораспределение в триоде. Динатронный эффект, методы его устранения. Области применения электронных ламп в современных устройствах. /Лек/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.10	Изучение физических процессов при движении электронов в межэлектродном пространстве. Области применения электронных ламп в современных устройствах. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.11	Физические основы электронной оптики /Тема/	3	0			
1.12	Управление током в трехэлектродной системе /Лаб/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет, отчет по лабораторной работе
1.13	Движение электрона в однородном плоскопараллельном электрическом поле. Движение электронов в неоднородном электрическом поле. Электронные линзы. Типы, свойства и конструкции линз. Электронные пушки. Магнитные фокусирующие системы, длинная магнитная линза, короткая магнитная линза. Принципы электронной микроскопии. /Лек/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет

1.14	Движение электронов в однородном и неоднородном электрических полях. Электростатические и магнитные линзы. Принципы электронной микроскопии. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.15	Формирование интенсивных электронных пучков /Тема/	3	0			
1.16	Исследование динаatronного эффекта и методов его устранения /Лаб/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет, отчет по лабораторной работе
1.17	Классификация электронных потоков. Состав систем формирования электронных потоков. Электронные пушки, основные требования, классификация. Методы решения задач формирования электронных потоков, синтез и анализ. Пушки Пирса. Магнитные фокусирующие системы. Поток Бриллюэна и его формирование. Теорема Буша. Поток Бриллюэна в магнитном поле с экранированным катодом. Практическая конструкция магнитной системы с экранированным катодом. Пульсирующие электронные потоки. /Лек/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.18	Классификация электронных потоков. Электронные пушки. Методы решения задач формирования электронных потоков, синтез и анализ. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.19	Принципы управления движением заряженных частиц /Тема/	3	0			
1.20	Управление электронным лучом в электронно-лучевых приборах /Лаб/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет, отчет по лабораторной работе

1.21	Электростатический метод управления направлением потоков заряженных частиц, электростатические отклоняющие системы. Магнитные отклоняющие системы. Сравнение электростатического и магнитного отклонения. Аберрации электронно-оптических устройств. Движение заряженных частиц в квадрупольном электрическом поле. Процесс разделения ионов в квадрупольном масс-спектрометре. /Лек/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.22	Методы управления направлением движения заряженных частиц. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.23	Фотоэффект и его применение для регистрации оптического излучения /Тема/	3	0			
1.24	Фотоэлектронная эмиссия. Внутренний и внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Вакуумные фотоэлементы. Фотоумножители, характеристики, параметры, конструкции, применение. Фотопроводимость и фоторезисторы. Возникновение фото-э.д.с. в р-п-переходе. Принципы построения детекторов оптического излучения на основе фотодиодов на основе кремния и InGaAs. /Лек/	3	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.25	Фотоэлектронная эмиссия. Внутренний и внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Фотоприборы на основе внешнего и внутреннего фотоэффекта. Изучение конспекта лекций. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.26	Физические основы микроволновой электроники (электровакуумные приборы) /Тема/	3	0			
1.27	Проблема усиления и генерации электромагнитных колебаний в СВЧ диапазоне. Электрические токи, наведенные движущимся зарядом; роль инерции электронов. Скоростная модуляция электронов и их группирование в пространстве дрейфа. Принципы усиления и генерации электромагнитных колебаний в клистронах. Взаимодействие электронного потока и бегущей электромагнитной волны; принцип действия лампы бегущей волны. Управление электронным потоком в скрещенных электрических и магнитных полях: сортировка и группирование электронов в магнетроне. /Лек/	3	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет

1.28	Принципы усиления и генерации электромагнитных колебаний в клистронах, лампах бегущей волны. Управление электронным потоком в скрещенных электрических и магнитных полях. Изучение конспекта лекций. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.29	Физические основы микроволновой электроники (твердотельные приборы) /Тема/	3	0			
1.30	Твердотельная СВЧ-электроника. Энергетическая диаграмма туннельного диода, принцип усиления и генерации колебаний. Физические процессы в диоде Ганна. Междолинный переход электронов. Причины отрицательной дифференциальной проводимости и электрической неустойчивости. Образование домена при протекании тока в полупроводнике с отрицательной дифференциальной проводимостью. Вольт-амперная характеристика диода Ганна с доменной неустойчивостью. Физические процессы в лавинно-пролетном диоде (ЛПД). Режимы работы ЛПД (пролетный и аномальный). Вольт-амперная характеристика ЛПД. Электронные процессы в областях умножения и дрейфа ЛПД. Образование отрицательной динамической проводимости в пролетном режиме. Особенности СВЧ-транзисторов. /Лек/	3	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.31	Твердотельная СВЧ электроника. Физические процессы в туннельном диоде, диоде Ганна, лавинно-пролетном диоде, СВЧ-транзисторах. Изучение конспекта лекций. /Ср/	3	8	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.32	Преобразование кинетической энергии электронных потоков в другие виды энергии /Тема/	3	0			
1.33	Преобразование энергии электронного потока в выходных устройствах в энергию электромагнитного излучения, в рентгеновское излучение, в световое изображение. Тепловой нагрев. Способы отвода тепла, прямоточные коллекторы, коллекторы с рекуперацией. /Лек/	3	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет

1.34	Преобразование энергии электронного потока в выходных устройствах в энергию электромагнитного излучения, в рентгеновское излучение, в световое изображение. Изучение конспекта лекций. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.35	Заключение. Перспективы развития вакуумной и микроволновой электроники /Тема/	3	0			
1.36	Перспективы развития вакуумной и микроволновой электроники. Вакуумная наноэлектроника. /Лек/	3	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
1.37	Перспективы развития вакуумной и микроволновой электроники. Вакуумная наноэлектроника. Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену. /Ср/	3	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
	Раздел 2. Иная контактная работа					
2.1	ИКР /Тема/	3	0			
2.2	ИКР /ИКР/	3	0,25	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
	Раздел 3. Зачет					
3.1	Зачет /Тема/	3	0			
3.2	Зачет /Зачёт/	3	11,75	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Зачет
	Раздел 4. Физика газового разряда					

4.1	Движение зарядов в газе /Тема/	4	0			
4.2	Вывод формул, отражающих зависимости скорости направленного движения и температуры электронов (ионов) от напряженности поля, давления газа, массы молекул. /Пр/	4	2	ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.3	Движение зарядов в газе под действием электрического поля. Направленная и хаотическая составляющие движения. Физическая модель и исходные математические уравнения для анализа процесса. Вывод формул, отражающих зависимости скорости направленного движения и температуры электронов (ионов) от напряженности поля, давления газа, массы молекул. Подвижность заряженных частиц. Сравнение параметров движения электронов и ионов. /Лек/	4	4	ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.4	Движение зарядов в газе под действием электрического поля. Физическая модель и исходные математические уравнения для анализа процесса. Изучение конспекта лекций. /Ср/	4	16	ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.5	Ионизация газа электронами /Тема/	4	0			
4.6	Вывод формулы для коэффициента ионизации газа электронами. Зависимость коэффициента ионизации газа электронами от напряженности электрического поля и давления газа. /Пр/	4	2	ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.7	Ионизация газа электронами. /Лаб/	4	4	ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен, отчет по лабораторной работе

4.8	Сущность процесса. Функция ионизации молекул электронами. Математический анализ процесса ионизации при хаотическом движении электронов в газе. Зависимость коэффициента ионизации газа электронами от напряженности электрического поля и давления газа. Константа Столетова. /Лек/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.9	Функция ионизации молекул электронами. Математический анализ процесса ионизации при хаотическом движении электронов в газе. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	4	16	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.10	Электрический ток в газе в микроамперном диапазоне (темный разряд) /Тема/	4	0			
4.11	Вывод формулы для вольт-амперной характеристики (ВАХ) установившегося темного разряда. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. /Пр/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.12	Пробой газа. Возникновение самостоятельного разряда. Кривые Пашена. /Лаб/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен, отчет по лабораторной работе
4.13	Механизм развития электронных лавин. Эмиссия электронов из катода под действием разряда (гамма-процессы). Вывод формулы для вольт-амперной характеристики (ВАХ) установившегося темного разряда. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Условие возникновения самостоятельного разряда. Зависимость напряжения возникновения самостоятельного разряда от различных факторов. Математический анализ и физическое объяснение кривых Пашена. Методика экспериментального определения коэффициента объемной ионизации газа электронами. /Лек/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен

4.14	Механизм развития электронных лавин. Эмиссия электронов из катода под действием разряда. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	4	16	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.15	Электрический ток в газе в миллиамперном диапазоне (тлеющий разряд) /Тема/	4	0			
4.16	Аналитические соотношения для напряженности поля и потенциала в катодной области. Определение ширины области катодного падения потенциала из уравнения Пуассона. Зависимость граничной плотности тока, с которой проявляется пространственный заряд, от давления и рода газа, межэлектродного расстояния и материала катода. /Пр/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.17	Вольт-амперная характеристика газоразрядного промежутка. /Лаб/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен, отчет по лабораторной работе

4.18	<p>Качественное обоснование характера распределения потенциала и напряженности поля в межэлектродном промежутке при большом пространственном заряде ионов и электронов. Аналитические соотношения для напряженности поля и потенциала в катодной области. Определение ширины области катодного падения потенциала из уравнения Пуассона. Зависимость граничной плотности заряд, от давления и рода газа, межэлектродного расстояния и материала катода.</p> <p>Теоретическое определение ВАХ тлеющего разряда. Условие существования (стационарности) разряда с учетом влияния пространственного заряда ионов. Нормирование условия и алгоритм численного расчета ВАХ в универсальных безразмерных координатах. Определение нормирующих коэффициентов. Особенности ВАХ на левой и правой ветвях кривой Пашена. Физический механизм «провала» ВАХ на правой ветви кривой Пашена. Высоковольтная форма разряда. Нормальный и аномальный тлеющий разряд. Локализация разряда на части поверхности катода («закон Геля»). Устойчивость точек теоретической ВАХ при случайном перераспределении плотности тока по катоду. Физический механизм локализации разряда с учетом разности распределения потенциала в разрядном канале и за его пределами. Зависимость нормального катодного падения потенциала и нормальной плотности тока от давления и рода газа, от материала катода. ВАХ нормального тлеющего разряда при различных значениях давления газа и площади катода.</p> <p>/Лек/</p>	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.19	<p>Теоретическое определение ВАХ тлеющего разряда. Условие существования (стационарности) разряда с учетом влияния пространственного заряда ионов. Физический механизм локализации разряда с учетом разности распределения потенциала в разрядном канале и за его пределами. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.</p> <p>/Ср/</p>	4	16	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.20	Плазма тлеющего разряда /Тема/	4	0			
4.21	<p>Исходные математические соотношения и допущения диффузионной теории плазмы. Физико-математический анализ зависимостей электронной и ионной составляющих зондового тока от напряжения между зондом и плазмой.</p> <p>/Пр/</p>	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен

4.22	Плазма положительного столба тлеющего разряда. /Лаб/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен, отчет по лабораторной работе
4.23	Общая характеристика плазмы и ее параметров. Физическая модель процессов, определяющих температуру электронов в плазме. Исходные математические соотношения и допущения диффузионной теории плазмы. Распределение концентрации электронов по радиусу разрядной трубки. Зависимость температуры электронов от давления газа и радиуса трубки. Связь концентрации электронов с током и другими параметрами разряда. Зондовый метод определения параметров плазмы. Конструкции зондов. Электрические схемы для снятия зондовых характеристик. Физико-математический анализ зависимостей электронной и ионной составляющих зондового тока от напряжения между зондом и плазмой. Физическое объяснение зондовой характеристики. Практическая методика определения температуры и концентрации электронов по зондовым характеристикам. /Лек/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.24	Физическая модель процессов, определяющих температуру электронов в плазме. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	4	16	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.25	Электрический ток в газе в амперном диапазоне (дуговой разряд) /Тема/	4	0			
4.26	Физико-математическая модель дугового разряда. Алгоритм численного решения задачи по определению ВАХ разряда и ее ход при различных значениях давления газа и площади катода. /Пр/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен

4.27	Качественное описание влияния разогрева катода ионной бомбардировкой на ВАХ разряда. Физико-математическая модель дугового разряда, основанная на учете термоэмиссии электронов из катода, приводящей к росту коэффициента гамма, и условия самостоятельности разряда при большом пространственном заряде. Алгоритм численного решения задачи по определению ВАХ разряда и ее ход при различных значениях давления газа и площади катода. Механизм контрагирования (отшнуровывания) положительного столба разряда. Физический механизм разряда с легкоплавким катодом (автоэлектронная дуга). /Лек/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.28	Физический механизм разряда с легкоплавким катодом (автоэлектронная дуга). Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР). Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	4	16	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.29	Искровой разряд /Тема/	4	0			
4.30	Аналитическое определение зависимости напряжения возникновения искрового разряда от давления газа и межэлектродного расстояния. /Пр/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.31	Стримерный механизм развития разряда. Роль фотоионизации и локального пространственного заряда. Экспериментальное наблюдение стримеров. Теория развития стримеров. Условия Мика и Лёба для возникновения стримеров. Аналитическое определение зависимости напряжения возникновения искрового разряда от давления газа и межэлектродного расстояния. /Лек/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.32	Стримерный механизм развития разряда. Изучение конспекта лекций. /Ср/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.33	Коронный разряд /Тема/	4	0			

4.34	Условие возникновения самостоятельного разряда для цилиндрических электродов. Радиальное распределение потенциала и напряженности поля в промежутке. Механизмы обеспечения самостоятельности разряда при положительной и отрицательной короне. Физические причины снижения напряжения возникновения разряда при малом радиусе кривизны одного или обоих электродов. Численный расчет зависимости напряжения возникновения отрицательной короны от давления газа и межэлектродного расстояния. Биполярный коронный разряд. /Лек/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.35	Условие возникновения самостоятельного разряда для цилиндрических электродов. Механизмы обеспечения самостоятельности разряда при положительной и отрицательной короне. Численный расчет зависимости напряжения возникновения отрицательной короны от давления газа и межэлектродного расстояния. Изучение конспекта лекций. /Ср/	4	4	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.36	Высокочастотный разряд /Тема/	4	0			
4.37	Условие возникновения разряда, основанное на балансе ионизации газа и ухода зарядов на электроды за счет амбиполярной диффузии. /Пр/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.38	Условие возникновения разряда, основанное на балансе ионизации газа и ухода зарядов на электроды за счет амбиполярной диффузии. Численный расчет зависимости напряжения возникновения разряда от давления газа и межэлектродного расстояния. Распределение потенциала в промежутке. Приэлектродные слои. Разряд с внешними электродами. /Лек/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.39	Распределение потенциала в промежутке. Приэлектродные слои. Разряд с внешними электродами. Изучение конспекта лекций. /Ср/	4	16	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.40	Дуговой разряд с накалённым катодом /Тема/	4	0			

4.41	Ограничение электронного тока отрицательным пространственным зарядом. Закон «степени $3/2$ » для тока в газе. Влияние пространственного заряда ионов на распределение потенциала в межэлектродном промежутке и на ионизационные процессы. ВАХ разряда. /Лек/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
4.42	Влияние пространственного заряда ионов на распределение потенциала в межэлектродном промежутке и на ионизационные процессы. ВАХ разряда. Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену. /Ср/	4	12	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
Раздел 5. Иная контактная работа						
5.1	ИКР /Тема/	4	0			
5.2	ИКР /ИКР/	4	0,35	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
Раздел 6. Экзамен						
6.1	Экзамен /Тема/	4	0			
6.2	Экзамен /Экзамен/	4	53,65	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2	Экзамен
6.3	Кнс /Кнс/	4	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л1.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5	Экзамен

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы"

по дисциплине "Физические основы электроники").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Петров К.С.	Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : Учеб.пособие для вузов	М.:СПб.:Питер, 2003, 512с.	5-94723-378-9, 1
Л1.2	Глебова Т.А., Козлов В.Н., Федяев В.К.	Физические основы электроники. Ч.1. Вакуумная электроника : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014,	, https://elibr.ru/ebs/download/2155
Л1.3	Сушков А. Д.	Вакуумная электроника. Физико-технические основы	Санкт-Петербург: Лань, 2004, 464 с.	5-8114-0530-8, https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=639
Л1.4	Коротченко В.А., Базылев В.К., Орешкин В.В., Ашихмин А.С.	Физика газового разряда : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2009,	, https://elibr.ru/ebs/download/2269
Л1.5	Коротченко В.А.	Физические основы электроники. Газовый разряд : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2013,	, https://elibr.ru/ebs/download/2270
Л1.6	Соловьев В.И., Москвичев Ю.В., Москвичева И.Ю.	Физические основы электронной техники : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 1999, 28с.	, 1
Л1.7	Щука А.А.	Электроника : Учеб.	СПб.:БХВ-Петербург, 2006, 800с.	5-94157-461-4, 1
Л1.8	Райзер Ю.П.	Физика газового разряда	Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2009, 736с.	978-5-91559-019-8, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Горбатов Д.Н., Зуев А.В., Исаков Е.В., Петрунина Н.И.	Электронно-лучевые приборы : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 2000, 37с.	, 1
Л2.2	Сушков А.Д.	Вакуумная электроника:физико-технические основы : Учеб.пособие	СПб.:Изд-во"Лань", 2004, 462с.	5-8114-0530-8, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.3	Месяц Г.А.	Импульсная энергетика и электроника	М.:Наука, 2004, 704с.	5-02-0330049-3, 1
Л2.4	Кернер Б.С., Осипов В.В., Смолин О.В., Суханов А.Н.	Фоточувствительные элементы : (По данным отеч.и зарубеж.печати за 1969-1989гг.)	М., 1989, 48с.	, 1
Л2.5	Базелян Э.М., Райзер Ю.П.	Искровой разряд : Учеб.пособие	М., 1997, 320с.	5-89155-013-X, 1
Л2.6	под общ. ред. В.М. Пролейко	Электривакуумная, плазменная и квантовая электроника	М.: Техносфера, 2009, 480с.	978-5-94836-214-4, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Коротченко В.А.	Физические основы электроники. Газовый разряд : учеб. пособие	Рязань, 2013, 88с.	, 1
Л3.2	Щука А.А.	Электроника : учеб.	СПб.: БХВ-Петербург, 2008, 739с.	978-5-9775-0160-6, 1
Л3.3	Сушков А. Д.	Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2022, 464 с.	5-8114-0530-8, https://e.lanbook.com/book/209606
Л3.4	Карабанов С. М., Волков С. С., Серебряков А. Е., Кусакин Д. С.	Физические основы электроники. Часть 1 : Учебное пособие	Рязань: РГРТУ, 2021, 80 с.	, https://e.lanbook.com/book/220412

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «IPRBook»
Э2	Электронно-библиотечная система «Лань»

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
VirtualBox	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	103 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс. Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	306 лабораторный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 28 посадочных мест, учебно-лабораторные стенды для снятия характеристик полупроводниковых и вакуумных элементов, индикаторная трубка, осциллографы С1-65, многокаскадные фотоэлектронные умножители, фоторезисторы ФСК-1, фотодиоды ФД-7К, специализированная мебель, магнито-маркерная доска.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Физические основы электроники").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Серебряков Андрей Евгеньевич, Заместитель заведующего кафедрой	20.09.23 14:59 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Чиркин Михаил Викторович, Ректор	20.09.23 17:14 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	21.09.23 08:55 (MSK)	Простая подпись