

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
Декан физико-математического факультета



Федорова Н.Б.

«31» августа 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

Уровень основной образовательной программы – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 03.06.01 «Физика и астрономия»

Направленность (профиль) – «Физическая электроника»

Форма обучения – очная

Срок освоения ООП – **нормативный (4 года)**

Факультет (институт) – **физико-математический**

Кафедра – общей и теоретической физики и МПФ

Язык преподавания – русский

Рязань, 2020

## **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Плазменная электроника» являются формирование у обучающихся компетенций, установленных ФГОС ВО и ОПОП ВО, по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», профиль «Физическая электроника»

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО аспирантуры**

2.1. Дисциплина «Плазменная электроника» относится к вариативной части профессионального цикла (Б1.В.ДВ.2.2).

2.2. Для изучения данной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предшествующими дисциплинами: физическая электроника, вакуумная электроника по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль «Физическая электроника».

#### **– Физическая электроника**

Знания: основных физических понятий и законов физической электроники; основных типов электронных приборов и устройств, области их применения; классификации материалов по составу, свойствам и техническому назначению; механических, электрических, магнитных и оптических свойств; свойств и методов получения нанокompозитных материалов;

Умения: выполнять расчет основных параметров конкретных изделий и технологических процессов их изготовления; выполнять измерения и экспериментальные исследования различных приборов физической электроники;

Владение: методами исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ в области физической электроники, навыками технической эксплуатации наукоемкого аналитического (атомно-силовая, электронная и рентгеновская микроскопия и др.) и технологического (вакуумные установки напыления и др.) оборудования.

#### **– Вакуумная электроника**

Знания: основных физических понятий, принципов и законов получения вакуума (низкого и высокого); основных типов вакуумных насосов и элементов вакуумной техники; основ измерения давления и потоков газа; основ проектирования вакуумных систем и технологий;

Умения: выполнять расчет вакуумных систем и технологических процессов; выполнять измерения и экспериментальные исследования различных вакуумных систем;

Владение: методами исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ в области вакуумных систем и вакуумных технологий.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной  
программы (компетенциями выпускников)**

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><i>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знать методы и проблематику современной плазменной электроники Уметь в процессе анализа профессиональных задач выделять проблематику плазменной электроники Владеть навыками анализа профессиональных задач на основе представлений плазменной электроники</p>
<p><i>ПК-1</i> способность самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать основные законы плазменной электроники и их значение для физической электроники Уметь применять законы и методы плазменной электроники для решения профессиональных задач Владеть навыками решения задач с использованием методов плазменной электроники</p>
<p><i>ПК-3</i> способность самостоятельно работать в глобальных информационных сетях, применять и использовать новые знания в области физики и астрономии, в том числе с использованием современных образовательных и информационных технологий</p>	<p>Знать основные глобальные источники информации по плазменной электронике, базы данных Уметь находить и применять современную информацию Владеть современным информационными технологиями в области плазменной электроники</p>
<p><i>ПК-4</i> Способность самостоятельно осваивать и применять в научных исследованиях современную аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники</p>	<p><b>Знать:</b> возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области плазменной электроники <b>Уметь:</b> применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области плазменной электроники при проведении научных исследований <b>Владеть:</b> методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области плазменной электроники</p>

**Карта компетенций дисциплины**

**«Плазменная электроника»**

Название дисциплины

Цель	<p>- формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОПОП ВО вуза по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность (профиль) Физическая электроника.</p> <p>- изучение физических основ газового разряда приборов и устройств газоразрядной электроники и некоторых газоразрядных технологий, применяемых в экологии и лазерной технике</p>
Задачи	Сформировать у студентов представления о закономерностях газового разряда и применения газоразрядных технологий в различных отраслях науки и техники.

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие

**Универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции**

Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК- 1	<p>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-</p>	<p>Знать методы и проблематику современной плазменной электроники</p> <p>Уметь в процессе анализа профессиональных задач выделять проблематику плазменной электроники</p> <p>Владеть навыками анализа профессиональных задач на основе представлений плазменной электроники</p>	<p>Путем проведения практических занятий, организации самостоятельной работы</p>	зачет	<p>пороговый ориентируется в современной научной проблематике и методологии</p> <p>повышенный Умеет вычленять из общей проблематики и методологии вопросы плазменной электроники</p>

	коммуникационных технологий				
ПК-1	способность самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности	Знать основные законы физики твердого тела и полупроводников и их значение для плазменной электроники Уметь применять плазменной электроники для решения профессиональных задач Владеть навыками решения задач с использованием методов плазменной электроники	Путем проведения практических занятий, организации самостоятельной работы	зачет	пороговый знает основные законы и закономерности плазменной электроники и умеет применять их для решения простых профессиональных задач повышенный Способен самостоятельно применять методы и законы плазменной электроники для решения профессиональных задач
ПК-3	способность самостоятельно работать в глобальных информационных сетях, применять и использовать новые знания в области физики и астрономии, в том числе с использованием современных образовательных и информационных технологий	Знать основные глобальные источники информации по плазменной электроники, базы данных Уметь находить и применять современную информацию Владеть современным информационными технологиями в области плазменной электроники	Путем проведения практических занятий, организации самостоятельной работы	зачет	пороговый ориентируется в информационном поле по плазменной электроники, способен найти и применить необходимую информацию повышенный способен самостоятельно найти, оценить и применить информацию в области плазменной электроники

ПК-4	<p>способность самостоятельно осваивать и применять в научных исследованиях современную физическую и аналитическую технологическую аппаратуру в области физической электроники</p>	<p>Знать основное оборудование, применяемое при исследованиях в области плазменной электроники          Уметь работать с профессионально-значимым оборудованием          Владеть опытом работы на профессиональном оборудовании</p>	<p>Путем проведения практических занятий, организации самостоятельной работы</p>	зачет	<p>пороговый ориентируется в современном физическом научном оборудовании, применяемом при исследованиях в области плазменной электроники          повышенный          Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования в области плазменной электроники</p>
------	--	---	--	-------	---

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**  
**1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ**  
**УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

**1.1. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах**

с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц, всего 72 часов, из которых 11,15 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (11 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0,15 часа мероприятия промежуточной аттестации), 60,85 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

**1.2. Формат обучения**

Дисциплина реализуется в форме очного обучения на базе РГУ имени С.А. Есенина.

## 2. Содержание дисциплины

структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе									
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Промежуточная аттестация	Всего	Выполнение домашних заданий	Научно-исследовательские задания.	...	Всего
Тема 1 Элементарные процессы в газовом разряде.	16		2				2	7	7		14
Тема 2 Виды газового разряда.	19		3				3	8	8		16
Тема 3. Объемные и высокочастотные разряды.	17		3				3	7	7		14
Тема 4 Низкотемпературная и высокотемпературная плазма.	19,85		3				3	8	8,85		16,85
Промежуточная аттестация	0,15					0,15	0,15				
<b>Итого</b>	<b>72</b>		<b>11</b>			<b>0,15</b>	<b>11,15</b>	<b>30</b>	<b>30,85</b>		<b>60,85</b>



## *2.1. Тематика лекционных занятий*

Не предусмотрены

### *2.2. Тематика практических занятий – 2 часа*

1. Элементарные процессы в газовом разряде
2. Виды газового разряда
3. Объемные высокочастотные разряды
4. Низкотемпературная и высокотемпературная плазма.
5. Изучение положительного столба тлеющего разряда
6. Изучение электрического импеданса газового разряда
7. Ионизация газа электронами
8. Пробой газа. Возникновение самостоятельного разряда. Кривые Пашена
9. Вольтамперная характеристика газоразрядного промежутка

### *2.3. Тематика лабораторных занятий – 5 часов*

Не предусмотрены

## *Содержание дисциплины*

### Тема 1

Элементарные процессы в газовом разряде.

Введение. Физика газового разряда и ее роль в современной газоразрядной электронике и физике низкотемпературной плазмы. Основные понятия физики газового разряда.

Особенности движения заряженных частиц в вакууме и газе. Диффузия и дрейф электронов и ионов. Стационарные и нестационарные разряды. Общая характеристика газовых разрядов. Экспериментальная техника, применяемая для изучения экспериментальных процессов в газовом разряде.

Вольтамперные характеристики газовых разрядов. Связь с элементарными процессами. Упругие и неупругие столкновения и их основные закономерности. Ионизационные процессы в газонаполненных промежутках.

Универсальный параметр  $E/P$  и его связь с энергией, набираемой заряженными частицами на длине свободного пробега. Функция ионизации. Эффективность ионизации газов электронами. «Убегающие» электроны.

Наборы энергии электронами в газоразрядном промежутке. Ударная ионизация электронами и электронные лавины. Коэффициент ионизации и его физический смысл. Основные характеристики электронных лавин и их геометрические размеры.

Явления на катоде газоразрядного промежутка. Виды электронных эмиссий и их основные закономерности.

### Тема 2

Виды газового разряда.

Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Условия

зажигания самостоятельных разрядов. Классификация газовых разрядов по условиям воспроизводства электронов на катоде.

Пространственное распределение зарядов и потенциалов по длине разрядного промежутка после зажигания самостоятельного разряда. Напряжение горения. Кривые Пашена.

Тлеющий разряд. Основные признаки и характеристики. Распределение потенциала по промежутку. Механизм воспроизводства электронов на катоде. Основные свойства тлеющих разрядов и области их применения.

Дуговой разряд. Основные признаки и характеристики. Распределение потенциала по промежутку. Механизм воспроизводства электронов на катоде. Основные свойства дуговых разрядов и области их применения.

Развитие электронных лавин при атмосферном и сверхатмосферном давлениях. Понятие стримера. Природа положительных и отрицательных стримеров и их основные свойства.

Тема 3.

Объемные и высокочастотные разряды.

Искровой разряд. Внешние признаки, условия возникновения и основные характеристики. Области применения искровых разрядов.

Коронный разряд. Условия возникновения и существования. Виды коронного разряда. Явление «электрического ветра» и его применение в газоразрядных технологиях.

Объемные разряды. Условия возникновения и время существования. Методы предварительной ионизации. Механизмы воспроизводства электронов на катоде. Основные характеристики объемных разрядов. Неустойчивости объемных разрядов.

Высокочастотные и сверхвысокочастотные газовые разряды. Виды высокочастотных разрядов и их основные характеристики. Роль электродов. Области применения высокочастотных разрядов.

Тема 4

Низкотемпературная и высокотемпературная плазма.

Газоразрядные коммутаторы на основе дуговых и тлеющих разрядов. Генераторы высокочастотных импульсов с непосредственным разрядом накопительного конденсатора. Импульсные трансформаторы и генераторы Маркса.

Газоразрядные лазеры. Основные типы разрядов, применяемых для накачки газоразрядных лазеров.

Понятие плазмы. Радиус Дебая. Низкотемпературная и высокотемпературная плазма. Газоразрядная плазма и ее применение в электрофильтрах и устройствах очистки воды и воздуха. Лазерные методы формирования высокотемпературной плазмы.

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТА.

#### 3.1. Виды СРС.

№ семестра	№ темы	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
4	1	<b>Элементарные процессы в газовом разряде.</b>	<p>Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам, тестированию и т.д.</p> <p>Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)</p> <p>Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы</p> <p>Выполнение индивидуальных домашних заданий (подготовка докладов, рефератов и т.д.)</p> <p>Выполнение научно-исследовательской работы, подготовка к конференциям)</p>	<b>14</b>
	2	<b>Виды газового разряда.</b>	<p>Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам, тестированию и т.д.</p> <p>Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)</p> <p>Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы</p> <p>Выполнение индивидуальных домашних заданий (подготовка докладов, рефератов и т.д.)</p> <p>Выполнение научно-исследовательской работы, подготовка к конференциям)</p>	<b>16</b>
	3	<b>Объемные и высокочастотные разряды</b>	<p>Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам, тестированию и т.д.</p> <p>Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)</p> <p>Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы</p> <p>Выполнение индивидуальных домашних заданий (подготовка докладов, рефератов и т.д.)</p> <p>Выполнение научно-исследовательской работы, подготовка к конференциям)</p>	<b>14</b>
	4	<b>Низкотемпературная и высокотемпературная плазма</b>	<p>Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам, тестированию и т.д.</p> <p>Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)</p> <p>Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы</p> <p>Выполнение индивидуальных домашних заданий (подготовка докладов, рефератов и т.д.)</p> <p>Выполнение научно-исследовательской работы, подготовка к конференциям)</p>	<b>16,85</b>
<b>ИТОГО в семестре</b>				<b>60,85</b>

### **3.4. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы аспиранта:**

Задачами указанных форм учебной деятельности являются: формирование умений самостоятельной работы аспирантов с источниками литературы, их систематизация; развитие навыков логического мышления; углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

3.4.1. Реферат – это краткое изложение в письменном виде содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление.

Реферат оформляется в виде письменной работы по каждой теме дисциплины. Объем 12–15 машинописных страниц. Структура: титульный лист, план, введение, основная часть, заключение, библиография. Предоставляется на кафедру уголовного права и процесса.

Текст реферата должен содержать аргументированное изложение определенной темы. Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основная часть, заключение, список используемых источников. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д. Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

3.4.2. ИДЗ оформляется в виде письменной работы по каждой теме дисциплины. Объем 5–6 машинописных страниц. Структура: титульный лист, текст выполнения задания, список использованных источников. Предоставляется на кафедру.

### **3.5. Оценка выполнения самостоятельной работы аспиранта (критерии).**

Письменные работы аспиранта по каждой теме дисциплины оцениваются преподавателем, ведущим дисциплину, в форме:

- устного собеседования по проблемам темы;
- зачет/не зачет (реферат, ИДЗ, решение и составление задач).

### **3.6. Рекомендации по организации самостоятельной работы и выполнению заданий**

1. Изучение литературы предполагает ознакомление с предложенными по теме источниками, заинтересовавшими аспиранта, использование их материалов в подготовке к ответам на вопросы, вынесенные на практические занятия. Анализ различных авторских позиций, формирование собственного мнения и аргументации по спорным вопросам.

2. Рефераты следует готовить, используя несколько литературных источников, в которых исследуемые проблемы описываются разными авторами. Обязательно следует утвердиться в собственном мнении на решение той или иной проблемы и подготовить надлежащую аргументацию

на него.

3. Задачи (компонент ИДЗ) следует решать с указанием статей, на которые опирается аспирант, правильно аргументировав это решение.

4. Рекомендуется конспектировать по каждой теме спорные проблемы с указанием позиций по ним отдельных авторов.

5. К зачету следует готовиться исходя из тех же вопросов, которые определены в настоящей программе и рекомендованы преподавателем

#### 3.7 Тематика научно-исследовательских заданий

##### Вариант 1.

1. Изучите устройство и принцип действия газоразрядного лазера.

2. Смоделируйте поведение газоразрядного лазера в различных режимах работы в любой программной оболочке, используемой для аналогичных расчетов

##### Вариант 2.

1. Изучите устройство и принцип действия игнитрона

2. Смоделируйте поведение игнитрона в любой программной оболочке, используемой для аналогичных расчетов

##### Вариант 3.

1. Изучите устройство и принцип действия тиратрона

2. Смоделируйте поведение тиратрона в любой программной оболочке, используемой для аналогичных расчетов

### **Примерные темы рефератов.**

1. Несамостоятельные и самостоятельные разряды.
2. Тлеющий разряд.
3. Дуговой разряд.
4. Искровой разряд.
5. Коронный разряд.
6. Объемные разряды.
7. Газоразрядные коммутаторы.
8. Газоразрядные лазеры.
9. Плазма газового разряда.
10. Электронные лавины и их основные характеристики.
11. Функция ионизации.
12. Явления на катоде газоразрядного промежутка.
13. Высокочастотный газовый разряд.
14. Вольтамперные характеристики газовых разрядов.
15. Электронные лавины при высоких давлениях.
16. Распределение потенциала по длине разрядного промежутка.
17. Объемный разряд и ТЕА–СО<sub>2</sub>-лазеры.
18. СО<sub>2</sub>-лазеры на постоянном токе.
19. Газоразрядные лазеры на парах металлов.
20. Газоразрядные лазеры непрерывного действия на инертных газах.

21.Разрядники.

#### **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

- Описание шкал оценивания

Используется традиционная шкала оценивания «зачет» - «незачет»

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине и ШКАЛА оценивания		ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	Пороговый	Повышенный	
ОПК- 1 Знать методы и проблематику современной плазменной электроники Уметь в процессе анализа профессиональных задач выделять проблематику плазменной электроники Владеть навыками анализа профессиональных задач на основе представлений плазменной электроники	ориентируется в современной научной проблематике и методологии	Умеет вычленять из общей проблематики и методологии вопросы плазменной электроники	зачет
ПК-1 Знать основные законы плазменной электроники и их значение для физической электроники Уметь применять законы и методы плазменной электроники для решения профессиональных задач Владеть навыками решения задач с использованием методов плазменной электроники	знает основные законы и закономерности плазменной электроники и умеет применять их для решения простых профессиональных задач	Способен самостоятельно применять методы и законы плазменной электроники для решения профессиональных задач	зачет
ПК-3 Знать основное оборудование, применяемое при исследованиям в области плазменной электроники Уметь работать с профессионально-значимым оборудованием Владеть опытом работы на профессиональном оборудовании	ориентируется в информационном поле по плазменной электроники, способен найти и применить необходимую информацию	способен самостоятельно найти, оценить и применить информацию в области плазменной электроники	зачет
ПК-4 Знать основное оборудование, применяемое при исследованиям в области плазменной электроники Уметь работать с профессионально-значимым оборудованием Владеть опытом работы на профессиональном оборудовании	ориентируется в современном физическом научном оборудовании, применяемом при исследованиях в области плазменной электроники	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования в области плазменной электроники	зачет

#### 4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ семестра	№ раздела	Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт)	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов в задании	Количество независимых вариантов
4	1		Элементарные процессы в газовом разряде	тестирование	17-20	5
	2		Виды газового разряда		17-26	5
	3		Объемные и высокочастотные разряды		10-19	5
	4		Низкотемпературная и высокотемпературная плазма		12-14	5
	1		Элементарные процессы в газовом разряде	зачет	2	25
	2		Виды газового разряда			
	3		Объемные и высокочастотные разряды			
	4		Низкотемпературная и высокотемпературная плазма			

#### Примеры оценочных средств.

##### Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Особенности движения заряженных частиц в вакууме и в газе. Диффузия и дрейф электронов и ионов.
2. Универсальный параметр  $E/p$  и его связь с энергией, набираемой заряженными частицами на длине свободного пробега. Функция ионизации.
3. Виды электронных эмиссий и их основные закономерности.
4. Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Условия зажигания самостоятельных разрядов,
5. Классификация газовых разрядов по условиям воспроизводства электронов на катоде.
6. Пространственное перераспределение зарядов и потенциалов по длине разрядного промежутка после зажигания самостоятельного разряда.



7. Развитие электронных лавин при атмосферном и сверхатмосферном давлениях; понятие стримера.
8. Природа положительных и отрицательных стримеров и их основные свойства.
9. Физические процессы в коронном разряде.
10. Применение коронного разряда.
11. Схемы газоразрядных коммутаторов.
12. Устройство и параметры защитных разрядников.
13. Сильноточные газоразрядные коммутаторы. Тиратроны.
14. Применение газоразрядных приборов в светотехнике.
15. Физические процессы в разрядах при высоких давлениях газа.
16. Газоразрядная плазма и ее применение в электрохимии.
17. Газоразрядные источники плазмы низкого давления.
18. Высокочастотные газовые разряды в генераторах озона.
19. Стратовые колебания в газоразрядной плазме.
20. Газоразрядные системы контроля уровня радиации.
21. Релаксационные колебания в плазме разряда низкого давления.
22. Автоэлектронная эмиссия при реализации дугового разряда.
23. Применение газового разряда для получения наноструктурированных углеродных материалов.

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

##### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов включает: учебно-методическую литературу, Интернет-ресурсы, библиотечный фонд, услуги компьютерной лаборатории, Центра информационного образования и дистанционного обучения РГУ им. С.А. Есенина, контрольно-измерительные материалы в виде докладов и презентаций по теме и контрольных работ.

Самостоятельная работа включает в себя: изучение отдельных вопросов программы, выполнение домашних заданий, подготовку к практическим занятиям, подготовку выступлений и презентации, выполнение учебно-исследовательских работ, самоконтроль, создание «собственных» продуктов учебной деятельности: конспекты, рефераты, курсовые работы, инновационные проекты.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы) Наименование Год и место издания	Исползуется при изучении разделов	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
1	2	3	5	6
1.	Трубецков, Д.И. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков : в 2-х т. / Д.И. Трубецков, А.Е. Храмов. - Москва : Физматлит, 2004. - Т. 2. - 648 с. - ISBN 5-9221-0200-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69289">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69289</a> (28.07.2020).	4	ЭБС	
2.	Битнер, Л.Р. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / Л.Р. Битнер. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. - 151 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208653">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208653</a> (28.07.2020).	4	ЭБС	
3.	Нанотехнологии в электронике-3.1 / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2016. - 480 с. : ил., табл., схем. - (Мир электроники). - ISBN 978-5-94836-423-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444856">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444856</a> (28.07.2020).	4	ЭБС	

### 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы) Наименование Год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре

1	2	3	5	6
1.	Бобылёв, Ю.В. Нелинейные явления при электромагнитных взаимодействиях электронных пучков с плазмой / Ю.В. Бобылёв, М.В. Кузелев. - Москва : Физматлит, 2009. - 454 с. - ISBN 978-5-9221-1193-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68965">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68965</a> (28.07.2020).	4	ЭБС	
2.	Методы нелинейной динамики и теории хаоса в задачах электроники сверхвысоких частот : в 2-х т. / А.А. Кураев, А.Е. Храмов, А.А. Короновский и др. ; ред. Д.И. Трубецкова, А.Е. Храмова, А.А. Короновского. - Москва : Физматлит, 2009. - Т. 2. Нестационарные и хаотические процессы. - 392 с. - ISBN 978-5-9221-1084-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75950">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75950</a> (28.07.2020).	4	ЭБС	
3.	Орликов, Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие / Л.Н. Орликов ; -Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 2. - 101 с.	4	ЭБС	
4.	Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443325">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443325</a> (28.07.2020).	4	ЭБС	
5.	Кузовкин, В.А. Электроника. Электрофизические основы, микросхемотехника, приборы и устройства : учебник / В.А. Кузовкин. - Москва : Логос, 2011. - 328 с. - (Новая Университетская Библиотека). - [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89796">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89796</a> (28.07.2020).	4	ЭБС	

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Moodle [Электронный ресурс]: среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. – Рязань, [Б.г.]. – Доступ, после регистрации из сети РГУ

имени С. А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2> (дата обращения: 15.05.2020).

2. Polpred.com Обзор СМИ [Электронный ресурс]: сайт. – Доступ после регистрации из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://polpred.com/> (дата обращения: 15.05.2020).

3. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru, свободный> (дата обращения: 15.05.2020).

4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.consultan.ru>, свободный (дата обращения: 15.05.2020).

5. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.05.2020).

6. Труды преподавателей [Электронный ресурс] : коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 15.05.2020).

7. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 15.05.2020).

8. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]: официальный сайт / Рос. гос. б-ка. – Москва : Рос. гос. б-ка, 2003 - . – Доступ к полным текстам из комплексного читального зала НБ РГУ имени С. А. Есенина. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru> (дата обращения: 15.05.2020).

9. Электронный каталог НБ РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ РГУ имени С.А. Есенина. – Рязань, [1990 - ]. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru/marc>, свободный (дата обращения: 15.05.2020).

10. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 15.05.2020).

#### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

• 1. Хронос [Электронный ресурс] : сайт Всемирной истории в Интернете. – Режим доступа: <http://hronos>, свободный (дата обращения: 15.05.2020)

2. Бесплатная электронная библиотека [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: [readall.ru](http://readall.ru), свободный (дата обращения: 15.05.2020).

2. Библиотеки в Интернете [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/win/window/>, свободный (дата обращения: 15.05.2020)
3. Большая биографическая энциклопедия [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: [http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc\\_biography/](http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_biography/), свободный (дата обращения: 15.05.2020)
5. Большой энциклопедический словарь [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc3p/>, свободный (дата обращения: 15.05.2020).
6. Всемирная энциклопедия [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: [http://enc.mail.ru/encycl.html?encycl\\_id=whist](http://enc.mail.ru/encycl.html?encycl_id=whist), свободный (дата обращения: 15.05.2020).
7. Дипломатическая академия министерства иностранных дел РФ - <http://dipacademy.ru> дата обращения: 15.05.2020
8. «Россия в глобальной политике» [Электронный ресурс] : Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru> , свободный (дата обращения: 15.05.2020).

***5.5. Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):***

*Стандартный набор ПО (в компьютерных классах):*

1. Операционная система WindowsPro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение Libre Office (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений Fast Stone ImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
7. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО);
8. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО);
9. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

*Стандартный набор ПО (для кафедральных ноутбуков):*

1. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.);
2. Офисное приложение Libre Office (свободно распространяемое ПО);
3. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
4. Браузер изображений Fast Stone ImageViewer (свободно распространяемое ПО);

5. PDF ридер Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
6. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО);
7. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО);
8. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

#### ***5.5. Описание материально-технической базы.***

**Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:** стандартно оборудованные аудитории для проведения лекционных и практических занятий – видеопроектор, экран настенный. Компьютерный класс.

**Требования к специализированному оборудованию:** отсутствует

**Приложение 1**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
" ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА"**

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
(МОДУЛЮ) ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

№ п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Элементарные процессы в газовом разряде.	ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачет
2.	Виды газового разряда.		
3.	Объемные и высокочастотные разряды		
4.	Низкотемпературная и высокотемпературная плазма		

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать методы и проблематику современной физики плазменной электроники	31 ОПК-1
		Уметь в процессе анализа профессиональных задач выделять проблематику плазменной электроники	У1 ОПК-1
		Владеть навыками анализа профессиональных задач на основе представлений плазменной электроники	В1 ОПК-1
ПК-1	способность самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности	Знать основные законы плазменной электроники и их значение для физической электроники	31 ПК-1
		Уметь применять законы и методы плазменной электроники в для решения профессиональных задач	У1 ПК-1

		Владеть навыками решения задач с использованием методов плазменной электроники	В1 ПК-1
ПК-3	способность самостоятельно работать в глобальных информационных сетях, применять и использовать новые знания в области физики и астрономии, в том числе с использованием современных образовательных и информационных технологий	Знать основные глобальные источники информации по плазменной электронике, базы данных	31 ПК-3
		Уметь находить и применять современную информацию	У1 ПК-3
		Владеть современным информационными технологиями в области плазменной электроники	В1 ПК-3
ПК-4	способность самостоятельно осваивать и применять в научных исследованиях современную физическую аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники	Знать основное оборудование, применяемое при исследованиях в области плазменной электроники	31 ПК-4
		Уметь работать с профессионально-значимым оборудованием	У1 ПК-4
		Владеть опытом работы на профессиональном оборудовании	В1 ПК-4

### КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Особенности движения заряженных частиц в вакууме и в газе. Диффузия и дрейф электронов и ионов.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
2	Универсальный параметр $E/p$ и его связь с энергией, набираемой заряженными частицами на длине свободного пробега. Функция ионизации.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
3	Виды электронных эмиссий и их основные закономерности.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
4	Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Условия зажигания самостоятельных разрядов,	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
5	Классификация газовых разрядов по условиям воспроизводства электронов на катоде.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
6	Пространственное перераспределение	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31



	зарядов и потенциалов по длине разрядного промежутка после зажигания самостоятельного разряда.	ПК-4, У1 ПК-4
7	Развитие электронных лавин при атмосферном и сверхатмосферном давлениях; понятие стримера.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
8	Природа положительных и отрицательных стримеров и их основные свойства.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
9	Физические процессы в коронном разряде.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
10	Применение коронного разряда.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
11	Схемы газоразрядных коммутаторов.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
12	Устройство и параметры защитных разрядников.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
13	Сильноточные газоразрядные коммутаторы. Тиратроны.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
14	Применение газоразрядных приборов в светотехнике.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
15	Физические процессы в разрядах при высоких давлениях газа.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
16	Газоразрядная плазма и ее применение в электрохимии.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
17	Газоразрядные источники плазмы низкого давления.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
18	Высокочастотные газовые разряды в генераторах озона.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
19	Стратовые колебания в газоразрядной плазме.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
20	Газоразрядные системы контроля уровня радиации.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
21	Релаксационные колебания в плазме разряда низкого давления.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
22	Автоэлектронная эмиссия при реализации дугового разряда.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4

23	Применение газового разряда для получения наноструктурированных углеродных материалов.	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4
	Научно-исследовательское задание	31 ОПК-1, У1 ОПК-1, В1 ОПК-1, 31 ПК-1, У1 ПК-1, В1 ПК-1, 31 ПК-3, У1 ПК-3, В1 ПК-3, 31 ПК-4, У1 ПК-4, В1 ПК-4

## **ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)**

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине **«Физика твердого тела и полупроводников»**.

**«Зачтено»** – оценка соответствует повышенному и пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теоретические и практические аспекты курса, свободно оперирует основными понятиями, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал базовой и монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

**«НЕЗАЧТЕНО»** - оценка выставляется обучаемому, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.