

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

### «Эмиссионная 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 «Эмиссионная электроника» являются формирование у обучающихся компетенций, установленных ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность «Физическая электроника».

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

2.1. Дисциплина «Эмиссионная электроника» относится к вариативной части блока 1. Дисциплины (дисциплины по выбору) (Б1.В. ДВ. 1. 2).

2.2. Для изучения данной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предшествующими дисциплинами: микро- и нанoeлектроника, физика твердого тела и полупроводников предыдущего уровня образования.

#### - Микро- и нанoeлектроника

**Знать:** основные источники научно- технической информации в области микро- и нанoeлектроники; особенности, технические характеристики и основные ограничения современного исследовательского и технологического оборудования; современное программное обеспечение и информационные системы для планирования эксперимента и анализа его результатов.

**Уметь:** применять современные информационные системы, в том числе Internet, для целенаправленного поиска научно- технической информации в области микро- и нанoeлектроники; корректно обосновать выбор оборудования для решения поставленных задач; корректно выбрать программные средства для планирования эксперимента и анализа его результатов.

**Владеть:** навыками использования современных информационных систем для целенаправленного поиска научно- технической информации в области микро- и нанoeлектроники; навыками применения аналитического и технологического оборудования для исследования полупроводниковых структур; навыками применения программных средств для планирования эксперимента и анализа его результатов.

#### - Физика твердого тела и полупроводников

**Знать:** Современное состояние физики конденсированного состояния; Основные теоретические и экспериментальные направления исследований в физике твердого тела и их прикладное значение; Ключевые проблемные вопросы физики твердого тела; Основы традиционных подходов физики твердого тела при анализе явлений и процессов в природе и технике

**Уметь:** Использовать знания физики твердого тела при решении профессиональных и образовательных задач; Объяснять явления окружающего мира на основе знаний физики твердого тела; Ставить и решать задачи физики твердого тела на основе знания физики; Анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе знаний физики твердого тела

**Владеть:** Базовыми методами физики твердого тела; Системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела

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

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<p><i>УК-1</i> способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p><i>З1 (УК-1) Знать:</i> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><i>У1 (УК-1) Уметь:</i> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p> <p><i>В1 (УК-1) Владеть:</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
<p><i>ОПК-1</i> способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><i>З1 (ПК-2) Знать:</i> историю становления и развития основных научных школ, полемику и взаимодействие между ними; актуальные проблемы и тенденции в развитии соответствующей научной области и области профессиональной деятельности; актуальные проблемы и тенденции в развитии научного этоса; способы, методы и формы ведения научной дискуссии, основы эффективного научно-профессионального общения, законы риторики и требования к публичному выступлению</p> <p><i>У1 (ПК-2) Уметь:</i> использовать информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач</p> <p><i>В1 (ПК-2) Владеть:</i> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования с помощью современных информационно-коммуникационных технологий.</p>
<p><i>ПК-1</i> способность самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности</p>	<p><i>З1 (ПК-1) Знать</i> Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p><i>У1 (ПК-1) Уметь:</i> применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательскую деятельность в области эмиссионной электроники</p>

	<p><b>В-1 (ПК-1) Владеть:</b> информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники.</p>
<p>ПК-2 способность самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p>	<p><b>З1(ПК-2) Знать:</b> методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионные электроники</p> <p><b>У1 (ПК-2) Уметь:</b> пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионные электроники</p> <p><b>В1 (ПК-2) Владеть:</b> методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионные электроники</p>
<p><i>ПК-4</i> <b>Способность самостоятельно осваивать и применять в научных исследованиях современную аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники</b></p>	<p><b>З1 (ПК-4) Знать:</b> возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области эмиссионной электроники</p> <p><b>У1 (ПК-4) Уметь:</b> применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области эмиссионной электроники при проведении научных исследований</p> <p><b>В1 (ПК-4) Владеть:</b> методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области эмиссионной электроники</p>

## *Карта компетенций дисциплины*

### « Эмиссионная электроника»

Название дисциплины

Цель	формирование у обучающихся компетенций, установленных ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность «Физическая электроника». Сформировать у студентов представления о закономерностях эмиссионных явлений и применения эмиссионных процессов в различных отраслях науки и техники.
Задачи	- изучение физических основ эмиссии зарядов с поверхности и устройств вакуумной, газоразрядной электроники на основе эмиссии и некоторых технологий и диагностики веществ, применяемых в электронике

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				
УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><b>Знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши /проигрыши реализации этих вариантов</p> <p><b>Владеть:</b></p>	Путём проведения лекционных и семинарских занятий	Зачет	<p><b>Пороговый:</b> Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение по применению процессов в вакууме для исследовательских и практических задач.</p> <p><b>Повышенный:</b> Способность самостоятельно представить результаты исследований в форме отчетов, рефератов, презентаций.</p>

		<p>навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>			
<b>ОПК-1</b>	<p>способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><b>Знать:</b> историю становления и развития основных научных школ, полемику и взаимодействие между ними; актуальные проблемы и тенденции в развитии соответствующей научной области и области профессиональной деятельности; актуальные проблемы и тенденции в развитии научного этноса; способы, методы и формы ведения научной дискуссии, основы эффективного научно-профессионального общения, законы риторики и требования к публичному выступлению</p> <p><b>Уметь:</b> использовать информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования с помощью современных информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Путём проведения лекционных и семинарских занятий</p>	<p>Зачет</p>	<p><b>Пороговый:</b> С помощью научного руководителя способен получать, анализировать и обрабатывать научную информацию, в том числе с помощью современных информационно-коммуникационных технологий</p> <p><b>Повышенный:</b> Способен самостоятельно получать, анализировать и обрабатывать научную информацию, в том числе с помощью современных информационно-коммуникационных технологий</p>
ПК-1	<p>способность</p>	<p>31 (ПК-1) <b>Знать</b></p>	<p>Путём проведения</p>	<p>Зачет</p>	<p><b>Пороговый:</b></p>

	самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности	Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники с использованием информационно-коммуникационных технологий У1 (ПК-1) <b>Уметь:</b> применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательскую деятельность в области эмиссионной электроники В-1 (ПК-1) <b>Владеть:</b> информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники.	лекционных и семинарских занятий		Способен самостоятельно освоить методы использования фундаментальных законы природы и физики в профессиональной деятельности <b>Повышенный:</b> Способен профессионально использовать фундаментальные законы природы и физики в профессиональной деятельности
ПК-2	способность самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике	З1(ПК-2) <b>Знать:</b> методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике У1 (ПК-2) <b>Уметь:</b> пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике В1 (ПК-2) <b>Владеть:</b>	Путём проведения лекционных и семинарских занятий	Зачет	<b>Пороговый:</b> Способен самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике <b>Повышенный:</b> Способен профессионально использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных

		методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике			исследований по эмиссионной электронике
<b>ПК-4</b>	Способность самостоятельно осваивать и применять в научных исследованиях современную аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники	<p><b>Знать:</b> возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области вакуумной электроники</p> <p><b>Уметь:</b> применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области вакуумной электроники при проведении научных исследований</p> <p><b>Владеть:</b> методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области вакуумной электроники</p>	Путём проведения лекционных и семинарских занятий	Зачет	<p><b>Пороговый:</b> Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение по применению вакуумных систем в современном аналитическом и технологическом оборудовании для проведения исследований в области физической электроники.</p> <p><b>Повышенный:</b> Способность самостоятельно представить результаты исследований в форме отчетов, рефератов, презентаций.</p>



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

**1.1. Объем дисциплины 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 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 22,15 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (11 часов занятия лекционного типа, 11 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0,15 мероприятия промежуточной аттестации (зачет)), 85,85 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

**1.2. Формат обучения**

Дисциплина реализуется в форме очного обучения на базе Рязанского государственного университета 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),  форма промежуточной аттестации по дисциплине	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	Проверка реферата / статьи	Мероприятия промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов.	Изучение конспектов	Подготовка к кандидатскому экзамену	Всего	
Элементарные процессы при эмиссии заряженных частиц поверхностью твердого тела	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>3</b>				<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			<b>25</b>
Виды эмиссионных процессов	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>3</b>				<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>10</b>			<b>24</b>
Объемные и поверхностные составляющие эмиссии	<b>29,85</b>	<b>4</b>	<b>4</b>				<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8,85</b>	<b>7</b>			<b>21,85</b>
Электроны и ионы как квазичастицы в объемных и поверхностных слоях	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>3</b>				<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>			<b>15</b>
Промежуточная аттестация - зачет	<b>0,15</b>						<b>0,15</b>						
<b>Итого в семестре</b>	<b>108</b>	<b>11</b>	<b>11</b>				<b>22,15</b>	<b>20</b>	<b>35,85</b>	<b>30</b>			<b>85,85</b>

## *2.1. Тематика лекционных занятий – 11 часов*

### **1. Элементарные процессы при эмиссии заряженных частиц поверхностью твердого тела – 2 часа**

Законы движения заряженных частиц в статических электрических и магнитных полях. Показать преломления в корпускулярной оптике. Оптический и механический подходы при решении задач корпускулярной оптики. Законы подобия. Параксиальные пучки. Основные свойства осесимметричных электрических и магнитных полей. Теорема Буша и закон сохранения углового момента. Теорема Лагранжа – Гельмгольца и её следствия.

### **2. Виды эмиссионных процессов – 2 часа**

Термоэмиссионная эмиссия (ТЭЭ). Работа выхода. Основное уравнение ТЭЭ. Термоэмиссионный метод прямого преобразования тепловой энергии в электрическую энергию. Вакуумный диод с термокатодом и его вольтамперная характеристика. Эмиссия под воздействием частиц. Взаимодействие электронов подпороговых энергий с твёрдым телом. Упругие взаимодействия, сечения процессов. Спектры вторичных электронов. Оже-электроны. Электронностимулированная десорбция.

### **3. Объемные и поверхностные составляющие эмиссии – 4 часа**

Электронные микроскопы, общие принципы, конструкции. Особенности электрон о-оптических систем. Корпускулярные микроскопы. Динамика заряженной частицы в переменных во времени полях, движение частиц в полях электромагнитных волн, захват и ускорение, ускорение на биениях.

### **4. Электроны и ионы как квазичастицы в объемных и поверхностных слоях – 3 часа.**

Взаимодействия атомных частиц с твёрдым телом. Распыление. Механизмы распыления. Формула Зигмунда для коэффициента распыления. Вторичная ионная эмиссия. Коэффициент вторичной ионной эмиссии. Рассеяние ионов средних и низких энергий. Обратное резерфордское рассеяние. Ионно-электронная эмиссия. Потенциальная и кинетическая эмиссия. Ионно-фотонная эмиссия.

## *2.2. Тематика практических занятий – 11 часов*

### **1. Элементарные процессы при эмиссии заряженных частиц поверхностью твердого тела - 3 часа.**

Элементарные составляющие эмиссионных процессов. Физика эмиссионного процесса и ее роль в современной электронике и физике поверхности.

#### **1. Виды эмиссионных процессов – 3 часа.**

Основные понятия физики эмиссии заряженных частиц. Особенности движения заряженных частиц в поверхностных слоях образца.

#### **2. Объемные и поверхностные составляющие эмиссии – 4 часа**

Диффузия и дрейф электронов и ионов в поверхностных слоях

#### 4. Электроны и ионы как квазичастицы в объемных и поверхностных слоях – 3 часа.

Экспериментальная техника, применяемая для изучения экспериментальных процессов эмиссии

##### 2.2. Тематика практических занятий

Не предусмотрены

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТА.

#### 3.1. Виды СРС.

№ семестра	№ темы	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
4	1	Элементарные процессы при эмиссии заряженных частиц поверхностью твердого тела	Выполнение домашних заданий Подготовка рефератов. Изучение материала для реферата Изучение конспектов лекций Обработка лекций	5 6 4 6 4
	2	Виды эмиссионных процессов	Выполнение домашних заданий Подготовка рефератов. Изучение материала для реферата Изучение конспектов лекций Обработка лекций	5 5 4 5 5
	3	Объемные и поверхностные составляющие эмиссии	Выполнение домашних заданий Подготовка рефератов. Изучение материала для реферата Изучение конспектов лекций Обработка лекций	6 4,85 4 5 2
	4	Электроны и ионы как квазичастицы в объемных и поверхностных слоях	Выполнение домашних заданий Подготовка рефератов. Изучение материала для реферата Изучение конспектов лекций	4 4 4 3
<b>ИТОГО в семестре</b>				<b>85,85</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 УК, 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

## **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 ОЦЕНИВАНИ Я
	Пороговый	Повышенный	
<p><b>УК-1 Знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши /проигрыши реализации этих вариантов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение по применению процессов в вакууме для исследовательских и практических задач.	Способность самостоятельно представить результаты исследований в форме отчетов, рефератов, презентаций.	зачет, реферат/статья
<p><b>ОПК-1 Знать:</b> историю становления и развития основных научных школ, полемику и взаимодействие между ними; актуальные проблемы и тенденции в развитии соответствующей научной области и области профессиональной деятельности; актуальные проблемы и тенденции в развитии научного этноса; способы, методы и формы ведения научной дискуссии, основы эффективного научно-профессионального общения, законы риторики и требования к публичному выступлению</p> <p><b>Уметь:</b> использовать информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования с помощью современных информационно-коммуникационных технологий.</p>	С помощью научного руководителя способен получать, анализировать и обрабатывать научную информацию, в том числе с помощью современных информационно-коммуникационных технологий	Способен самостоятельно получать, анализировать и обрабатывать научную информацию, в том числе с помощью современных информационно-коммуникационных технологий	зачет, реферат/статья
<b>З1 (ПК-1) Знать</b>	Способен самостоятельно	Способен	зачет,

<p>Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p><b>У1 (ПК-1) Уметь:</b> применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательскую деятельность в области эмиссионной электроники</p> <p><b>В-1 (ПК-1) Владеть:</b> информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники.</p>	<p>освоить методы использования фундаментальных законы природы и физики в профессиональной деятельности</p>	<p>профессионально использовать фундаментальные законы природы и физики в профессиональной деятельности</p>	<p>реферат/статья</p>
<p><b>З1(ПК-2) Знать:</b> методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике</p> <p><b>У1 (ПК-2) Уметь:</b> пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике</p> <p><b>В1 (ПК-2) Владеть:</b> методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике</p>	<p>Способен самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике</p>	<p>Способен профессионально использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике</p>	<p>зачет, реферат/статья</p>
<p><b>Знать:</b> возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области вакуумной электроники</p> <p><b>Уметь:</b> применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области вакуумной электроники при проведении научных исследований</p> <p><b>Владеть:</b> методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области вакуумной электроники</p>	<p>Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение по применению вакуумных систем в современном аналитическом и технологическом оборудовании для проведения исследований в области физической электроники.</p>	<p>Способность самостоятельно представить результаты исследований в форме отчетов, рефератов, презентаций.</p>	<p>зачет, реферат/статья</p>



1. Элементарные составляющие эмиссионных процессов
2. Физика эмиссионного процесса и ее роль в современной электронике и физике поверхности.
3. Основные понятия физики эмиссии заряженных частиц.
4. Особенности движения заряженных частиц в поверхностных слоях образца и на границе с вакуумом.
5. Диффузия и дрейф электронов и ионов в поверхностных слоях.
6. Общая характеристика эмиссионных процессов.
7. Экспериментальная техника, применяемая для изучения экспериментальных процессов эмиссии.
8. Характеристики эмиссионных процессов. Связь с элементарными процессами в твердом теле.
9. Упругие и неупругие столкновения и их основные закономерности..
10. Универсальный параметр работы выхода электрона и ее связь с термодинамическими условиями регистрации эмиссии, энергия, набираемая заряженными частицами на длине свободного пробега в твердом теле в объемных и поверхностных слоях.
11. Функция квантового выхода заряженных эмитируемых частиц.
12. Эффективность ионизации атомов твердого тела электронами.
13. «Горячие» электроны.
14. Накопление энергии электронами на длине свободного пробега.
15. Эффективность передачи энергии электронами и ионами в процессе движения к поверхности.
16. Связь величины измеряемой работы выхода электрона и иона с термодинамическими условиями процесса измерения.
17. Основные виды эмиссии и их обусловленность с условиями на поверхности эмиттера.
18. Явления на катоде эмиссионных устройств.
19. Виды электронных и ионных эмиссий и их основные закономерности.
20. Структура, состав и количество атомов поверхности эмиттеров
21. Виды эмиссионных процессов.
22. Работа выхода электронов при различных способах возбуждения
23. Составляющие работы выхода.
24. Поверхностные состояния Тамма и Шокли
25. Атомное строение моно- и поликристаллических эмиттеров и его влияние на эмиссионные свойства.
26. Аномальный и нормальный эффект Шоттки.
27. Фотоны и их распределение в фазовом пространстве.
28. Уравнение фотоэффекта. Частотные характеристики. Селективный фотоэффект.
29. Фотоэлементы и фотоумножители.
30. Уравнение Фаулера-Нордгейма. Табулированные коэффициенты.
31. Коэффициент формы
32. Методы измерения энергораспределения и угловых зависимостей вторичных эмитированных электронов.

33. Энергетические и угловые анализаторы.
34. Истинно-вторичные электроны.
35. Упруго- и неупругоотраженные электроны.
36. Эффект Оже и характеристические потери энергии электронов.
37. Фрактальность и рельеф поверхности эмиттера.
38. Энергетические, температурные и угловые зависимости вторичных электронов.
39. Периодический характер эмиссионных свойств.

### Примеры оценочных средств

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

№ зад	Форма контроля	Примеры оценочных средств (контрольные вопросы и задания)
1	2	3
1	ИДЗ	Темы: 1. Элементарные составляющие эмиссионных процессов 2. Физика эмиссионного процесса и ее роль в современной электронике и физике поверхности. 3. Основные понятия физики эмиссии заряженных частиц.
2	Реферат	Темы: 1. Особенности движения заряженных частиц в поверхностных слоях образца и на границе с вакуумом. 2. Диффузия и дрейф электронов и ионов в поверхностных слоях. 3. Общая характеристика эмиссионных процессов.
3	Зачет	1. Экспериментальная техника, применяемая для изучения экспериментальных процессов эмиссии. 2. Характеристики эмиссионных процессов. Связь с элементарными процессами в твердом теле. 3. Упругие и неупругие столкновения и их основные закономерности.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная литература

№	Наименования	Используется в семестре	Количество экземпляров	
			В библи.	На кафедре
1.	Битнер, Л.Р. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / Л.Р. Битнер. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. - 151 с. [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> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
2.	Валухов, Д.П. Физические основы электроники : учебное пособие / Д.П. Валухов, Р.В. Пигулев - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 135 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457767">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457767</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
3	Якушенков, Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов : учебник / Ю.Г. Якушенков. - М. : Логос, 2011. - 568 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84994">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84994</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	

#### Дополнительная литература

№	Наименования	Используется в семестре	Количество экземпляров	
			В библи.	На кафедре
1.	Игумнов, В.Н. Физические основы микроэлектроники : практикум / В.Н. Игумнов. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 266 с. : [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271707">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271707</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
2.	Легостаев, Н.С. Материалы электронной техники : учебное пособие / Н.С. Легостаев. - Томск : Эль Контент, 2012. - 184 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208681">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208681</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
3.	Легостаев, Н.С. Твердотельная электроника : учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск : Эль Контент, 2011. - 244 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208951">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208951</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
4.	Марков, В.Ф. Материалы современной электроники : учебное пособие / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 272 с. [Электронный ресурс]. - URL:	4	ЭБС	

	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275825">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275825</a> (дата обращения: 13.05.2020).			
5.	Неволин, В.К. Квантовый транспорт в устройствах электроники / В.К. Неволин. - М. : РИЦ "Техносфера", 2012. - 88 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214289">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214289</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
7.	Троян, П.Е. Твердотельная электроника : учебное пособие / П.Е. Троян. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006. - 330 с. ; [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208664">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208664</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
8.	Шангина, Л.И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Л.И. Шангина. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 303 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208584">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208584</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	
9.	Якушенков, Ю.Г. Основы оптико-электронного приборостроения : учебник / Ю.Г. Якушенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2013. - 376 с. - ( [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234010">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234010</a> (дата обращения: 13.05.2020).	4	ЭБС	

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

1. BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.book.ru> (дата обращения: 28.06.2020).

2. East View [Электронный ресурс] : [база данных]. – Доступ к полным текстам статей научных журналов из сети РГУ имени С. А. Есенина. – Режим доступа: <https://dlib.eastview.com> (дата обращения: 28.06.2020).

3. 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: 28.06.2020).

4. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://znanium.com> (дата обращения: 28.06.2020).

5. 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: 28.06.2020).

6. 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: 28.06.2020).

7. 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: 28.06.2020).

8. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 28.06.2020)

### **5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 28.06.2020).

2. КиберЛенинка[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>, свободный (дата обращения: 28.06.2020).

3. [www.plasmalabs.ru](http://www.plasmalabs.ru) – Сайт ОАО «Плазма»

4. [www.nature.web.ru](http://www.nature.web.ru) – Научная сеть

5. [www.elinform.ru](http://www.elinform.ru) Информационный портал для производителей электроники ЭЛИНФОРМ – это источник профессиональной информации по современным технологиям в производстве электроники и передовым достижениям предприятий электронной промышленности.

6. <http://emkelektron.webnode.com> Электроника для всех. Интерактивная система обучения

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] федеральный портал. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> , свободный (дата обращения: 28.06.2020).

8. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] : система федеральных образовательных порталов. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru> , свободный (дата обращения: 28.06.2020).

9. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru> , свободный (дата обращения: 28.06.2020).

### **5.4. Перечень периодических изданий (конкретных статей)**

1. Сайт журнала теоретической и математической физики — URL: <http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf> (дата обращения 28.06.2020)

2. Сайт журнала «Физика твердого тела» — URL: <http://journals.ioffe.ru/ftt/> (дата обращения 28.06.2020)

3. Подборка моделей по физике твердого тела — URL: <http://jas.eng.buffalo.edu/> (дата обращения 28.06.2020)

4. Center of Solid State Physics — URL: <http://www.e-physica.pl/> (дата обращения 28.06.2020)

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

***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);

***5.6. 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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) "Вакуумная техника"**

**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 при эмиссии	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-4	зачет
2.	Виды эмиссионных процессов		
3.	Объемные и поверхностная компонента эмиссионных процессов		
4.	Термодинамические условия при регистрации эмиссии		

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Элементы компетенции	Индекс элемента
УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать	
		методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	УК-1 З1
		Уметь	
		анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши /проигрыши реализации этих вариантов	УК-1 У1
		Владеть	

		навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	УК-1 В1
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать	
		историю становления и развития основных научных школ, полемику и взаимодействие между ними	ОПК-1 31
		актуальные проблемы и тенденции в развитии соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	ОПК-1 32
		актуальные проблемы и тенденции в развитии научного этоса	ОПК-1 33
		способы, методы и формы ведения научной дискуссии, основы эффективного научно-профессионального общения, законы риторики и требования к публичному выступлению	ОПК-1 34
		Уметь	
		использовать информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач	ОПК-1 У1
		Владеть	
		навыками сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования с помощью современных информационно-коммуникационных технологий.	ОПК-1 В1
ПК-1	способностью самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной	<b>Знать</b>	
		Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники с использованием информационно-коммуникационных	31 (ПК-1)



	деятельности	технологий	
		<b>Уметь:</b>	
		применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательскую деятельность в области эмиссионной электроники	У1 (ПК-1)
		<b>Владеть:</b>	
		информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области эмиссионной электроники.	В-1 (ПК-1)
ПК-2	способность самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике	<b>Знать:</b>	
		методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике	31(ПК-2)
		<b>Уметь:</b>	
		пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике	У1 (ПК-2)
		<b>Владеть:</b>	
		методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по эмиссионной электронике	В1 (ПК-2)
ПК-4	Способность самостоятельно осваивать и применять в	Знать	
		возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры	ПК-4 31
		<b>Уметь:</b>	

	научных исследованиях современную аналитическую и технологическую аппаратуру	применять аналитическую и технологическую аппаратуру при проведении научных исследований	ПК-4 У1
		Владеть методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования	ПК-4 В1

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

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Элементарные составляющие эмиссионных процессов	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
2	Физика эмиссионного процесса и ее роль в современной электронике и физике поверхности.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
3	Основные понятия физики эмиссии заряженных частиц.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
4	Особенности движения заряженных частиц в поверхностных слоях образца и на границе с вакуумом.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
5	Диффузия и дрейф электронов и ионов в поверхностных слоях.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 УК-1 31, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
6	Общая характеристика эмиссионных процессов.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
7	Экспериментальная техника, применяемая для изучения экспериментальных процессов эмиссии.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
8	Характеристики эмиссионных процессов. Связь с элементарными процессами в твердом теле.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
9	Упругие и неупругие столкновения и их основные закономерности..	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 УК-1 31, У1, В1
10	Универсальный параметр работы выхода электрона и ее связь с термодинамическими условиями регистрации эмиссии, энергия, набираемая заряженными частицами на длине свободного пробега в твердом теле в	УК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

	объемных и поверхностных слоях.	
11	Функция квантового выхода заряженных эмитируемых частиц.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
12	Эффективность ионизации атомов твердого тела электронами.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
13	«Горячие» электроны.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
14	Накопление энергии электронами на длине свободного пробега.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
15	Эффективность передачи энергии электронами и ионами в процессе движения к поверхности.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
16	Связь величины измеряемой работы выхода электрона и иона с термодинамическими условиями процесса измерения.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
17	Основные виды эмиссии и их обусловленность с условиями на поверхности эмиттера.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
18	Явления на катоде эмиссионных устройств.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
19	Виды электронных и ионных эмиссий и их основные закономерности.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 УК-1 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
20	Структура, состав и количество атомов поверхности эмиттеров	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
21	Виды эмиссионных процессов.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
22	Работа выхода электронов при различных способах возбуждения	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
23	Составляющие работы выхода.	УК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
24	Поверхностные состояния Тамма и Шокли	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 УК-1 31, У1, В1
25	Атомное строение моно- и поликристаллических эмиттеров и его влияние на эмиссионные свойства.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
27	Аномальный и нормальный эффект Шоттки.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 УК-1 31, У1, В1
28	Фотоны и их распределение в фазовом пространстве.	УК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
29	Уравнение фотоэффекта. Частотные характеристики. Селективный фотоэффект.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
30	Фотоэлементы и фотоумножители.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
31	Уравнение Фаулера-Нордгейма. Табулированные коэффициенты.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1

32	Коэффициент формы	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
33	Методы измерения энергораспределения и угловых зависимостей вторичных эмитированных электронов	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
35	Энергетические и угловые анализаторы.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 УК-1 31, У1, В1
36	Истинно-вторичные электроны.	УК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
37	Упруго- и неупругоотраженные электроны.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
38	Эффект Оже и характеристические потери энергии электронов.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
39	Фрактальность и рельеф поверхности эмиттера.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
40	Энергетические, температурные и угловые зависимости вторичных электронов.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
41	Периодический характер эмиссионных свойств.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1

## ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

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

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине "Физическая электроника"

### **Зачет:**

**«Зачтено»** - оценка соответствует пороговому и повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения

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