

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

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО аспирантуры

2.1. Дисциплина «Физическая электроника» относится к вариативной части цикла Б.1. Дисциплины (Б1.В.ОД.1), дисциплинам, обязательным для освоения.

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

Микро- и наноэлектроника

Знать: основные источники научно- технической информации в области микро- и наноэлектроники; 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 наноэлектроники; 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 наноэлектроники; 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, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><i>(ОПК-1) Знать:</i> 31 историю становления и развития основных научных школ, полемику и взаимодействие между ними; 32 актуальные проблемы и тенденции в развитии соответствующей научной области и области профессиональной деятельности; 33 актуальные проблемы и тенденции в развитии научного этоса; 34 способы, методы и формы ведения научной дискуссии, основы эффективного научно-профессионального общения, законы риторики и требования к публичному выступлению</p> <p><i>(ОПК-1) Уметь:</i> У1 использовать информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач</p> <p><i>(ОПК-1) Владеть:</i> В1 навыками сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования с помощью современных информационно-коммуникационных технологий.</p>
<p>ПК-1 способность самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности</p>	<p>31 (ПК-1) Знать Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области физической электроники с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p>У1 (ПК-1) Уметь: применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательскую деятельность в области физической электроники</p> <p>В-1 (ПК-1) Владеть: информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области физической электроники.</p>
<p>ПК-2 способность самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p>	<p>31(ПК-2) Знать: методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p> <p>У1 (ПК-2) Уметь: пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p> <p>В1 (ПК-2) Владеть: методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p>
<p>ПК-3 способность самостоятельно работать в глобальных информационных сетях, применять и использо-</p>	<p>31(ПК-3) Знать: методы работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</p> <p>У1 (ПК-3) Уметь: самостоятельно работать в глобальных информационных сетях для</p>

<p>вать новые знания в области физики и астрономии, в том числе с использованием современных образовательных и информационных технологий</p>	<p>получения и использования новых знаний в области физики и астрономии В-1 (ПК-3) Владеть: методами самостоятельной работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</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><i>(ПК-4) Знать:</i> З1 возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области физической электроники <i>(ПК-4) Уметь:</i> У1 применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники при проведении научных исследований <i>(ПК-4) Владеть:</i> В1 методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области физической электроники</p>

Карта компетенций дисциплины

« Физическая электроника»

Цель	- формирование у обучающихся компетенций, установленных ФГОС ВО и ОПОП ВО вуза по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность «Физическая электроника» - формирование у обучающихся представления о проблемах физической электроники и их применения в различных отраслях науки и техники
Задачи	изучение основных физических понятий, принципов и законов физической электроники; освоение навыков расчетов физических параметров; выполнения измерений и экспериментальных исследований различных типов вакуумных, твердотельных и полупроводниковых электронных приборов; изучение методов исследования и проведения экспериментальных работ в области физической электроники с применением компьютерных технологий

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	Способность 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; 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 дискус-	Путём проведения лекционных и семинарских занятий, организации самостоятельной работы	Зачет, реферат	Пороговый: Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение для исследовательских и практических задач. Повышенный: Способность самостоятельно выбрать методы и соответствующие объекты исследования. Проанализировать полученные результаты с помощью информационно-коммуникационных техно-

		<p>сии, основы эффективно-научно-профессионального общения, законы риторики и требования к публичному выступлению</p> <p>Уметь: использовать информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач</p> <p>Владеть: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования с помощью современных информационно-коммуникационных технологий.</p>			логий
ПК-1	<p>способность самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности</p>	<p>31 (ПК-1) Знать Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области физической электроники с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p>У1 (ПК-1) Уметь: применять информационно-коммуникационные технологии при осу-</p>	<p>Путём проведения лекционных и семинарских занятий, организации самостоятельной работы</p>	<p>Зачет, реферат</p>	<p>Пороговый: Способен самостоятельно освоить методы использования фундаментальных законов природы и физики в профессиональной деятельности</p> <p>Повышенный: Способен профессионально использовать фундаментальные законы природы и физики в профессиональной деятельности</p>

		<p>ществлении научно-исследовательскую деятельность в области физической электроники</p> <p>В-1 (ПК-1) Владеть: информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области физической электроники</p>			
ПК-2	<p>способность самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p>	<p>З1(ПК-2) Знать: методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p> <p>У1 (ПК-2) Уметь: пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p> <p>В1 (ПК-2) Владеть: методами самостоятельного использования ма-</p>	<p>Путём проведения лекционных и семинарских занятий, организации самостоятельной работы</p>	<p>Зачет, реферат</p>	<p>Пороговый: Способен самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p> <p>Повышенный: Способен профессионально использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p>

		тематического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике			
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	<p>З1(ПК-3) Знать: методы работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</p> <p>У1 (ПК-3)Уметь: самостоятельно работать в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</p> <p>В-1 (ПК-3) Владеть: методами самостоятельной работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</p>	Путём проведения лекционных и семинарских занятий, организации самостоятельной работы	Зачет, реферат	<p>Пороговый: Способен самостоятельно осваивать работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</p> <p>Повышенный: Способен профессионально использовать глобальные информационные сети для получения новых знаний в области физики и астрономии</p>
ПК-4	Способность самостоятельно осваивать и применять в научных исследованиях современную аналитическую	Знать: возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области фи-	Путём проведения лекционных и семинарских занятий, организации самостоя-	Зачет, реферат	Пороговый: Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение по применению процессов и

	<p>скую и технологическую аппаратуру в области физической электроники</p>	<p>физической электроники</p> <p>Уметь: применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники при проведении научных исследований</p> <p>Владеть: методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области физической электроники</p>	<p>тельной работы</p>		<p>технологического оборудования для проведения исследований в области физической электроники.</p> <p>Повышенный: Способность самостоятельно представить и обосновать конкретное решение по применению процессов и технологического оборудования для проведения исследований в области физической электроники.</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 40,3 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (19 часов занятия лекционного типа, 19 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 2 часа проверка реферата, 0,3 часа мероприятия промежуточной аттестации (зачеты), 67,7 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 (модуля)

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

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 лекций	Подготовка к промежуточной аттестации	Всего	
Физические основы электроники поверхности и пленочной электроники	23	3	3				6	6	6	5			17
Методы анализа поверхности и тонких пленок	21	2	2				4	6	6	5			17
Функциональная электроника	27,85	3	3		2		8	7	7,85	5			19,85
Промежуточная аттестация - зачет	0,15					0,15	0,15						
Итого в семестре	72	8	8		2	0,15	16,15	19	19,85	15			53,85
Корпускулярная оптика	8	2	2				4	3	1				4
Эмиссионная электроника	9,85	3	3				6	2	1,85				3,85

Вакуумная электроника	9	3	3				6	2	1				3
Электроника твердого тела	9	3	3				6	2	1				3
Промежуточная аттестация - зачет	0,15					0,15	0,15						
Итого в семестре	36	11	11			0,15	22,15	9	4,85				13,85
Итого	108	19	19		2	0,3	40,3	28	24,7	15			67,7

2.1. Тематика лекционных занятий – 19 часов

1. Физические основы электроники поверхности и пленочной электроники - 3 часа

Энергетическая диаграмма реальной поверхности. Поверхностные состояния. Эффект поля и поверхностная проводимость. Проблема микроминиатюризации элементов микроэлектроники. *Особенности структуры пленок, связанные с характером зарождения.* Текстурированные и эпитаксиальные пленки. Структурные несовершенства. Тонкие диэлектрические и полупроводниковые пленки. Токпрохождение через диэлектрические слои. Пленочные активные элементы.

2. Методы анализа поверхности и тонких плёнок - 2 часа

Методики определения плотности поверхностных состояний, основанные на эффекте поля. Основы энергоанализа заряженных частиц. Основные типы энергоанализаторов. Методы регистрации частиц. Вторичный электронный умножитель. Детекторы для быстрых частиц. Дифракция медленных и быстрых электронов как методы исследования структуры поверхности. Электронная Оже-спектроскопия. Фотоэлектронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия характеристических потерь энергии. Растровая электронная микроскопия. Туннельная и атомно-силовая микроскопия. Масс-спектрометрия вторичных ионов.

3. Функциональная электроника - 3 часа

Магнетоэлектроника. Цилиндрические магнитные домены. Магнитные запоминающие устройства: на ферритах и на тонких пленках. Акустоэлектроника: взаимодействие электронов с длинно-волновыми акустическими колебаниями решетки, акустоэлектрический эффект, усиление ультразвуковых волн. Молекулярная электроника. Основные принципы молекулярной электроники. Электронные возбуждения, используемые для передачи и хранения информации в молекулярных системах. Криоэлектроника. Электронные свойства твердых тел (металлы, диэлектрики, полупроводники при низких температурах. Явление сверхпроводимости. Эффект Мейснера. Особенности туннелирования в условиях сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость. Свойства и параметры сверхпроводников с высокой T_k . Макроскопические квантовые эффекты сверхпроводимости. Квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона. Типы Джозефсоновских переходов. Аналоговые устройства на эффектах Джозефсона. Стандарты напряжения, сквиды, СВЧ приемные устройства.

4. Корпускулярная оптика - 2 часа

Законы движения заряженных частиц в статических электрических и магнитных полях. Показатель преломления в корпускулярной оптике. Основные типы электростатических линз. Электронные микроскопы. Общие принципы работы.

5. Эмиссионная электроника - 3 часа

Термоэлектронная эмиссия (ТЭЭ). Вакуумный диод с термокатодом и его вольт-амперная характеристика. Эмиссия под воздействием частиц. Взаимодействие электронов подпороговых энергий с твердым телом. Спектры вторичных электронов. Оже-электроны. Взаимодействие атомных частиц с твердым телом. Распыление. Механизмы распыления. Вторичная ионная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная, экзоэлектронная и взрывная эмиссия.

6. Вакуумная электроника - 3 часа

Формирование электронных пучков большой плотности. Пушка Пирса. Ограничение тока пространственным зарядом. Спонтанное и вынужденное излучение потоков заряженных частиц. Черенковское, циклотронное (синхротронное) и ондуляторное излучения. Нормальный и аномальный эффекты Доплера. Томсоновское рассеяние. Источники СВЧ-излучения, основанные на вынужденном излучении потоков заряженных частиц. Релятивистские эффекты, умножение частоты, параметрические усилители и генераторы. Волны пространственного заряда. Пространственная и энергетическая группировки потоков частиц.

7. Электроника твердого тела - 3 часа

Физические основы электроники твердого тела. Явления переноса заряда в твердом теле. Неравновесные носители заряда в полупроводниках и диэлектриках. Генерация и рекомбинация. Механизмы рекомбинации. Контактные явления. Различные типы контактов. Контакт твердое тело - вакуум. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках Нанoeлектроника. Квантовые ямы и сверхрешетки. Квантовые нити и квантовые точки. Электронные состояния в наноструктурах.

2.2. Тематика практических занятий – 19 часов

1. Физические основы электроники поверхности и пленочной электроники - 3 часа

Определение критического радиуса при формировании пленочных структур.

2. Методы анализа поверхности и тонких плёнок - 2 часа

Определение состава и структуры атомных подсистем на поверхности подложек.

3. Функциональная электроника - 3 часа

Определение предельных возможностей и критических режимов приборов функциональной электроники.

4. Корпускулярная оптика - 2 часа

Расчет электронных и магнитных линз для фокусировки и транспорта заряженных частиц.

5. Эмиссионная электроника - 3 часа

Оценка эмиссионных возможностей поверхностей с адсорбированными слоями примесных атомов.

6. Вакуумная электроника - 3 часа
 Расчет условий проведения исследований при различных уровнях вакуума.

7. Электроника твердого тела - 3 часа
 Оценка изгиба зон в условиях адсорбции и сегрегации примесей на поверхности.

2.3. Тематика лабораторных занятий

Не предусмотрены

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТА.

3.1. Виды СРС.

№ семестра	№ темы	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
3	5	Физические основы электроники поверхностей и пленочной электроники	Выполнение домашних заданий	6
			Подготовка рефератов	6
			Изучение конспектов лекций	5
	6	Методы анализа поверхности и тонких пленок	Выполнение домашних заданий	6
			Подготовка рефератов	6
			Изучение конспектов лекций	5
	7	Функциональная электроника	Выполнение домашних заданий	7
			Подготовка рефератов	7,85
			Изучение конспектов лекций	5
Итого за семестр				53,85
4	1	Корпускулярная оптика	Выполнение домашних заданий	3
			Подготовка рефератов	1
	2	Эмиссионная электроника	Выполнение домашних заданий	2
			Подготовка рефератов	1,85
	3	Вакуумная электроника	Выполнение домашних заданий	2
			Подготовка рефератов	1
	4	Электроника твердого тела	Выполнение домашних заданий	2
			Подготовка рефератов	1
Итого за семестр				13,85
ИТОГО				67,7

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 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	
<p>ОПК-1 Знать: 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 Уметь: использовать информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач Владеть: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования с помощью современных информационно-коммуникационных технологий</p>	Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение для исследовательских и практических задач	Способность самостоятельно выбрать методы и соответствующие объекты исследования. Проанализировать полученные результаты с помощью информационно-коммуникационных технологий	зачет, реферат /статья
<p>ПК-1 Знать Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области физической электроники с использованием информационно-коммуникационных технологий Уметь: применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательскую деятельность в области физической электроники Владеть: информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области физической электроники</p>	Способен самостоятельно освоить методы использования фундаментальных законы природы и физики в профессиональной деятельности	Способен профессионально использовать фундаментальные законы природы и физики в профессиональной деятельности	зачет, реферат /статья
<p>ПК-2 Знать: методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике Уметь: пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и эксперимен-</p>	Способен самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении	Способен профессионально использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теорети-	зачет, реферат /статья

<p>тальных исследований по физической электронике Владеть: методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p>	<p>теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике</p>	<p>ческих и экспериментальных исследований по физической электронике</p>	
<p>ПК-3 Знать: методы работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии Уметь: самостоятельно работать в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии Владеть: методами самостоятельной работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</p>	<p>Способен самостоятельно осваивать работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии</p>	<p>Способен профессионально использовать глобальные информационные сети для получения новых знаний в области физики и астрономии</p>	<p>зачет, реферат /статья</p>
<p>ПК-4 Знать: возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области физической электроники Уметь: применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники при проведении научных исследований Владеть: методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области физической электроники</p>	<p>Способность грамотно представить и обосновать конкретное решение по применению процессов и технологического оборудования для проведения исследований в области физической электроники.</p>	<p>Способность самостоятельно представить и обосновать конкретное решение по применению процессов и технологического оборудования для проведения исследований в области физической электроники.</p>	<p>зачет, реферат /статья</p>

Перечень вопросов и заданий к зачету

Законы движения заряженных частиц в статических электрических и магнитных полях.

Показатель преломления в корпускулярной оптике

Оптический и механический подходы при решении задач корпускулярной оптики. Законы подобия

Основные типы электростатических линз

Магнитные линзы. Расчет фокусных расстояний. Аберрации линз

Электронные микроскопы. Общие принципы работы. Конструкции электронных микроскопов

Динамика заряженной частицы в переменных во времени полях

Термоэлектронная эмиссия (ТЭЭ). Работа выхода. Основное уравнение ТЭЭ

Вакуумный диод с термокатодом и его вольт-амперная характеристика

Эмиссия под воздействием частиц. Взаимодействие электронов подпороговых энергий с твердым телом

Спектры вторичных электронов. Оже-электроны

Взаимодействие атомных частиц с твердым телом. Распыление. Механизмы распыления

Вторичная ионная эмиссия. Коэффициент вторичной ионной эмиссии. Рассеяние ионов низких и средних энергий. Обратное Резерфордское рассеяние

Фотоэлектронная эмиссия

Автоэлектронная, экзоэлектронная и взрывная эмиссия

Формирование электронных пучков большой плотности. Пушка Пирса.

Ограничение тока пространственным зарядом

Спонтанное и вынужденное излучение потоков заряженных частиц

Нормальный и аномальный эффекты Доплера. Томсоновское рассеяние

Источники СВЧ-излучения, основанные на вынужденном излучении потоков заряженных частиц

Релятивистские эффекты, умножение частоты, параметрические усилители и генераторы

Волны пространственного заряда. Пространственная и энергетическая группировки потоков частиц

Особенности динамики электрона в идеальном твердом теле

Энергетический спектр электрона в ограниченном кристалле. Условия локализации. Локализованные состояния Тамма. Поверхностные состояния Шокли.

Типы точечных дефектов в кристаллах

Акцепторные и донорные примеси в полупроводниках. Водородоподобная модель примесного центра

Примерная тематика рефератов

1. Сверхпроводимость и ее практические применения

2. Электронная Оже-спектроскопия
3. Электровакуумные приборы – история и практика применения

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. Расчет электронных и магнитных линз для фокусировки и транспорта заряженных частиц. 2. Определение состава и структуры атомных подсистем на поверхности подложек. 3. Оценка изгиба зон в условиях адсорбции и сегрегации примесей на поверхности.
2	Реферат	Темы: 1. Туннельная и атомно-силовая микроскопия 2. Проблема микроминиатюризации элементов микроэлектроники 3. Акустоэлектроника
3	Зачет	1. Общее устройство и классификация вакуумных приборов 2. Электростатические фокусирующие системы 3. Принцип действия, устройство и характеристики ламп бегущей и обратной волны
4	Экзамен	1. Плотность квантовых состояний в разрешенных зонах 2. Термокатоды, их конструкция и характеристики 3. Динамическое управление электронным потоком

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Чехлова Т.К. Учебное пособие по курсу «Физическая электроника» для преподавания с использованием мультимедийных технологий [Электронный ресурс] / Т.К. Чехлова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Российский университет дружбы народов, 2013. — 124 с. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22155.html (28.07.2020).	1 - 7	3 - 4	ЭБС	

2	Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Физический факультет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. - библиогр. с: С. 168-169. - ISBN 978-5-9275-0873-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241055 (28.07.2020).	1 - 7	3 -4	ЭБС	
---	---	-------	------	-----	--

5.2. Дополнительная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Афанасова, М.М. Физика твердого тела и полупроводников: практикум по выполнению лабораторных работ в среде Mathcad [Текст]: Практикум по выполнению лабораторных работ в среде Mathcad / Афанасова М.М., Горбунова Ю.Н. / РГУ им. С. А. Есенина. - Рязань, Рязанский институт развития образования, 2014 – 41 с.	1-7	3 -4	10	5
2	Гантмахер, В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах [Электронный ресурс] / В.Ф. Гантмахер. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2005. - 233 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75495 (28.07.2020)	1-7	3 -4	ЭБС	
3	Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - Москва : Мир, 1978. - Т. 1. - 391 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483337 (13.07.2020).	1-7	3 -4	ЭБС	
4	Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - Москва : Мир, 1979. - Т. 2. - 419 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483336 (13.07.2020).	1-7	3 -4	ЭБС	
5	Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель ; пер. с англ. А. Гусева. - Москва :	1-7	3 -4	ЭБС	

	Наука, 1978. - 788 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361 (28.07.2020).				
6	Задачи по физике твердого тела / под ред. Г.Д. Голдсמיד ; пер. с англ. А.А. Гусеева, М.П. Шаскольской. - Москва : Наука, 1976. - 429 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483354 (28.07.2020).	1-7	3-4	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: 28.07.2020).

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: 28.07.2020).

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: 28.07.2020).

4. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://znanium.com> (дата обращения: 28.07.2020).

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: 28.07.2020).

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 (дата обращения: 28.07.2020).

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: 28.07.2020).

8. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 28.07.2020).

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: 28.07.2020).

2. КиберЛенинка[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>, свободный (дата обращения: 28.07.2020).

3. www.plasmalabs.ru – Сайт ОАО «Плазма»

4. www.nature.web.ru – Научная сеть

5. 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: 28.07.2020).

8. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] : система федеральных образовательных порталов. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru>, свободный (дата обращения: 28.07.2020).

9. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru>, свободный (дата обращения: 28.07.2020).

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 08.06.2016)

2. Сайт журнала «Физика твердого тела» — URL: <http://journals.ioffe.ru/ftt/> (дата обращения 08.06.2016)

3. Подборка моделей по физике твердого тела — URL: <http://jas.eng.buffalo.edu/> (дата обращения 08.06.2016)

4. Center of Solid State Physics — URL: <http://www.e-physica.pl/> (дата обращения 08.06.2016)

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 media player (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 №14/03/2018-0142 от 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 media player (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

Приложение 1

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ "ФИЗИЧЕСКАЯ 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.	Корпускулярная оптика	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Реферат/ статья, Зачет,
2.	Эмиссионная электроника		
3.	Вакуумная электроника		
4.	Электроника твердого тела		
5.	Физические основы электроники поверхности и пленочной электроники		
6.	Методы анализа поверхности и тонких пленок		
7.	Функциональная электроника		

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	
		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	способность самостоятельно использовать фундаментальные законы природы и основные законы физики и астрономии в профессиональной деятельности	Знать	
		Методы осуществления научно-исследовательской деятельности в области физической электроники с использованием информационно-коммуникационных технологий	З1 (ПК-1)
		Уметь:	
		применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательскую деятельность в области физической электроники	У1 (ПК-1)
		Владеть	
		информационно-коммуникационными технологиями при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области физической электроники	В-1 (ПК-1)
ПК-2	способность самостоятельно использовать методы математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике	Знать:	
		методы самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике	З1(ПК-2)
		Уметь	
		пользоваться методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике	У1 (ПК-2)
		Владеть:	
		методами самостоятельного использования математического анализа и моделирования при проведении теоретических и экспериментальных исследований по физической электронике	В1 (ПК-2)
ПК-3	способность самостоятельно работать в глобальных информационных сетях, применять и использовать новые знания в области физики и астрономии, в том числе с исполь-	Знать:	
		методы работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии	З1(ПК-3)
		Уметь:	
		самостоятельно работать в глобальных информационных сетях для получения	У1 (ПК-3)

	зованием современных образовательных и информационных технологий	и использования новых знаний в области физики и астрономии	
		Владеть:	
		методами самостоятельной работы в глобальных информационных сетях для получения и использования новых знаний в области физики и астрономии	В-1 (ПК-3)
ПК-4	Способность самостоятельно осваивать и применять в научных исследованиях современную аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники	Знать	
		возможности применения современной аналитической и технологической аппаратуры в области физической электроники	ПК-4 31
		Уметь	
		применять аналитическую и технологическую аппаратуру в области физической электроники при проведении научных исследований	ПК-4 У1
		Владеть	
		методами научных исследований по применению аналитического и технологического оборудования в области физической электроники	ПК-4 В1

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ, РЕФЕРАТ)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Законы движения заряженных частиц в статических электрических и магнитных полях.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
2	Показатель преломления в корпускулярной оптике	ОПК-1 31, 32, 33
3	Оптический и механический подходы при решении задач корпускулярной оптики. Законы подобия	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
4	Основные типы электростатических линз	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
5	Магнитные линзы. Расчет фокусных расстояний. Аберрации линз	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-3 31, У1, В1
6	Электронные микроскопы. Общие принципы работы. Конструкции электронных микроскопов	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
7	Динамика заряженной частицы в переменных во времени полях	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
8	Термоэлектронная эмиссия (ТЭЭ). Работа выхода. Основное уравнение ТЭЭ	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-3 31, У1, В1
9	Вакуумный диод с термокатодом и его вольт-амперная характеристика	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
10	Эмиссия под воздействием частиц. Взаимодействие электронов подпороговых энергий с твердым телом	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
11	Спектры вторичных электронов. Оже-электроны	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1

		ПК-2 31, У1, В1
12	Взаимодействие атомных частиц с твердым телом. Распыление. Механизмы распыления	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
13	Вторичная ионная эмиссия. Коэффициент вторичной ионной эмиссии. Рассеяние ионов низких и средних энергий. Обратное Резерфордское рассеяние	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-3 31, У1, В1
14	Фотоэлектронная эмиссия	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
15	Автоэлектронная, экзоэлектронная и взрывная эмиссия	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
16	Формирование электронных пучков большой плотности. Пушка Пирса. Ограничение тока пространственным зарядом	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
17	Спонтанное и вынужденное излучение потоков заряженных частиц	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-3 31, У1, В1
18	Нормальный и аномальный эффекты Доплера. Томсоновское рассеяние	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-3 31, У1, В1
19	Источники СВЧ-излучения, основанные на вынужденном излучении потоков заряженных частиц	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
20	Релятивистские эффекты, умножение частоты, параметрические усилители и генераторы	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-3 31, У1, В1
21	Волны пространственного заряда. Пространственная и энергетическая группировки потоков частиц	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
22	Особенности динамики электрона в идеальном твердом теле	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
23	Энергетический спектр электрона в ограниченном кристалле. Условия локализации. Локализованные состояния Гамма. Поверхностные состояния Шокли.	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
24	Типы точечных дефектов в кристаллах	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
25	Акцепторные и донорные примеси в полупроводниках. Водородоподобная модель примесного центра	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1
26	Электропроводность полупроводников и металлов. Электропроводность в сильных электрических полях. Эффект Ганна	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
52	Макроскопические квантовые эффекты сверхпроводимости. Квантование магнитного потока	ОПК-1 31, 32, 33, 34, У1, В1 ПК-4 31, У1, В1
	Реферат / статья	ПК-1 31, У1, В1 ПК-2 31, У1, В1 ПК-3 31, 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"

«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.