

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

Утверждаю:  
Декан физико-математического  
факультета



Н.Б. Федорова  
«29» июня 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Квантовая электроника

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
**бакалавриат**

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование**  
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки **Математика и физика**

Форма обучения **очная**

Сроки освоения ОПОП **нормативный срок освоения 5 лет**

Факультет **физико-математический**

Кафедра **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2017

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Квантовая электроника» является развитие у студентов компетенций, которые позволяют:

– применять на практике основные закономерности формирования когерентных оптических пучков, знать их основные свойства, методы управления, транспортирования и преобразования оптических пучков, знать основные методы определения физических параметров лазерного излучения, применять физические принципы и аппаратную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях;

– подготовить студентов к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия, коммуникабельности, способностей к быстрому и самостоятельному приобретению новых знаний;

– использовать в учебно-производственной сфере совокупность средств и способов человеческой деятельности, направленной на теоретические и экспериментальные исследования, проектирование, конструирование, технологию производства и эксплуатацию приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного функционального назначения.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ОД.3.9. «Квантовая электроника» относится к вариативной части Блока 1 (обязательные дисциплины).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Оптика и квантовая физика*

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения, владение, формируемые данной учебной дисциплиной:

– *Научно-исследовательская работа*

– *Преддипломная практика*

– *Выпускная квалификационная работа*

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-3	Способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Приемы обобщения и анализа естественнонаучной информации в области квантовой электроники. Физические и математические методы моделирования активных сред, резонаторов квантовых генераторов и устройств на их основе. Технологические процессы изготовления активных элементов и лазеров. Роль и значение естественнонаучных и математических дисциплин при изучении законов квантовой электроники.	На основе анализа и обобщения естественнонаучной и математической информации ставить цели исследования. Использовать математические методы для моделирования физических и технологических процессов, протекающих в активных средах, резонаторах и лазерах. Применять материалы для активных элементов и лазеров в соответствии с их физико-техническими свойствами. Оценивать профессиональную значимость закономерностей квантовой электроники с позиций естественнонаучных и математических дисциплин.	Приемами обобщения и анализа информации в области квантовой электроники. Приемами постановки целей при решении задач квантовой электроники. Методами математического моделирования физических и технологических процессов, протекающих в активных средах и лазерах различного типа и назначения. Методами оценки профессиональной значимости закономерностей квантовой электроники с применением естественнонаучных и математических дисциплин.
2.	ОК-6	Способность к самоорганизации и самообразованию	Перспективы и возможности профессионального роста в области квантовой электро-	Выбирать пути самообразования при профессиональном росте. Ра-	Навыками планирования перспективных тем для самообразования. Мето-

			ники в регионе. Необходимый уровень квалификации для успешного трудоустройства. Необходимую информацию по квантовой электронике для поддержания высокого уровня профессионального мастерства.	ботать в коллективе над одной или несколькими проблемами. Работать с литературой и другой доступной информацией по квантовой электронике.	дами выбора путей профессионального роста. Приемами повышения профессионального уровня.
3.	ПВК-3	Знает концептуальные и теоретические основы физики, владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике	Теоретические закономерности и экспериментальные методы исследований в области квантовой электроники. Функциональные и энергетические схемы конкретных активных сред и лазеров. Физические и технологические способы построения квантовых генераторов. Способы возбуждения и методы образования активной среды.	Применять рекомендации теоретических закономерностей и экспериментальных методов исследования в квантовой электронике. Применять функциональные и энергетические схемы для разработки конкретных активных сред и лазеров. Применять эффективные методы защиты от лазерного излучения. Измерять основные характеристики лазерного излучения.	Теоретическими и практическими навыками при проведении исследовательских задач по квантовой электронике. Методами построения учебно-исследовательских экспериментов по квантовой электронике. Методами измерения основных характеристик лазерного излучения. Способами защиты от лазерного излучения.

## 2.5. Карта компетенций дисциплины

*Наименование дисциплины: Квантовая электроника*

Цель дисциплины	<p>Целями освоения учебной дисциплины является развитие у студентов компетенций, которые позволяют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять на практике основные закономерности формирования когерентных оптических пучков, знать их основные свойства, овладеть методами управления, транспортирования и преобразования оптических пучков, знать основные методы определения физических параметров лазерного излучения, изучить физические принципы и аппаратную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях;</li> <li>– подготовить студентов к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия, коммуникабельности, способностей к быстрому и самостоятельному приобретению новых знаний;</li> <li>– использовать в учебно-производственной сфере совокупность средств и способов человеческой деятельности, направленной на теоретические и экспериментальные исследования, проектирование, конструирование, технологию производства и эксплуатацию приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного функционального назначения.</li> </ul>
-----------------	--

### Профессиональные компетенции

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОК-3	Способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	<p><i>Знать.</i> Приемы обобщения и анализа естественнонаучной информации в области квантовой электроники.</p> <p>Физические и математические методы моделирования активных сред, резонаторов квантовых генераторов и устройств на их основе.</p> <p>Технологические процессы изготовления активных элементов и лазеров.</p>	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Коллоквиум, контрольная работа, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет	<p><b>Пороговый.</b> Способность по готовым схемам и образцам работать с информацией в области квантовой электроники</p> <p><b>Повышенный.</b> Способность самостоятельно ставить цели исследования на основе анализа и обобщения информации.</p>

		<p>Роль и значение естественнонаучных и математических дисциплин при изучении законов квантовой электроники.</p> <p><i>Уметь.</i> На основе анализа и обобщения естественнонаучной и математической информации ставить цели исследования. Использовать математические методы для моделирования физических и технологических процессов в лазерах.</p> <p>Применять материалы для активных элементов и лазеров в соответствии с их физико-техническими свойствами. Оценивать профессиональную значимость закономерностей квантовой электроники с позиций естественнонаучных и математических дисциплин.</p> <p><i>Владеть.</i> Приемами обобщения и анализа информации в области квантовой электроники. Приемами постановки целей при решении задач квантовой электроники.</p>			
--	--	--	--	--	--

		<p>Методами математического моделирования физических и технологических процессов, протекающих в активных средах и лазерах различного типа. Методами оценки профессиональной значимости закономерностей квантовой электроники с применением естественнонаучных и математических дисциплин.</p>			
ОК-6	Способность к самоорганизации и самообразованию	<p><i>Знать.</i> Перспективы и возможности самообразования и профессионального роста в области квантовой электроники в регионе. Необходимый уровень квалификации для успешного трудоустройства. Необходимую информацию по квантовой электронике для поддержания высокого уровня профессионального мастерства.</p> <p><i>Уметь.</i> Выбирать пути профессионального роста. Работать в коллективе и самостоятельно. Работать с литературой и другой доступной ин-</p>	<p>Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.</p>	<p>Коллоквиум, контрольная работа, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет</p>	<p><b>Пороговый.</b> Способность ориентироваться в возможностях профессионального роста.</p> <p><b>Повышенный.</b> Способность самостоятельно выбирать пути профессионального роста и планировать свою деятельность.</p>

		<p>формацией по квантовой электронике.</p> <p><i>Владеть.</i> Навыками планирования перспективных тем для самообразования. Методами выбора путей профессионального роста. Приемами повышения профессионального уровня.</p>			
ПВК-3	<p>Знает концептуальные и теоретические основы физики, владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике</p>	<p><i>Знать.</i> Теоретические закономерности и экспериментальные методы исследований в области квантовой электроники. Функциональные и энергетические схемы конкретных активных сред и лазеров. Физические и технологические способы построения квантовых генераторов. Способы возбуждения и методы образования активной среды.</p> <p><i>Уметь.</i> Применять рекомендации теоретических закономерностей и экспериментальных методов исследования в квантовой электронике. Применять функциональные и энергетические схемы для разра-</p>	<p>Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.</p>	<p>Коллоквиум, контрольная работа, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет</p>	<p><b>Пороговый.</b> Способность проводить простейшие теоретические и экспериментальные исследования в области квантовой электроники, а также способность участвовать в проведении исследований конкретных технических задач.</p> <p><b>Повышенный.</b> Способность самостоятельно планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области квантовой электроники. Готовность к внедрению результатов исследований.</p>



		<p>ботки конкретных активных сред и лазеров. Применять эффективные методы защиты от лазерного излучения. Измерять основные характеристики лазерного излучения.</p> <p><i>Владеть.</i> Теоретическими и практическими навыками при проведении исследовательских задач по квантовой электронике. Методами построения учебно-исследовательских экспериментов по квантовой электронике.</p> <p>Методами измерения характеристик лазерного излучения. Способами защиты от лазерного излучения.</p>			
--	--	---	--	--	--

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		№ 8 часов	
1	2	3	
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	<b>42</b>	<b>42</b>	
В том числе:			
Лекции (Л)	14	14	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)	28	28	
2. Самостоятельная работа студента (всего)	<b>66</b>	<b>66</b>	
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>	66	66	
Курсовая работа	КП		
	КР		
Другие виды СРС:			
Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	8	8	
Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	8	8	
Подготовка к коллоквиуму	3	3	
Подготовка к контрольной работе	12	12	
Подготовка к лабораторной работе	8	8	
Подготовка к защите лабораторных работ	12	12	
Подготовка к тестированию	6	6	
Подготовка к зачету	9	9	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	3	3
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	<b>108</b>	<b>108</b>
	зач. ед.	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
8	1	<b>Активная среда</b>	<i>Введение.</i> Краткая историческая хронология начальных этапов развития квантовой электроники. <i>Основные виды лазерных сред.</i> Атомарные среды, молекулярные среды, жидкости и твердые тела. <i>Структура лазера. Общие требования к активной среде.</i> Коэффициенты Эйнштейна. Спонтанное и вынужденное излучение. Контур и ширина линий излучения (поглощения). Однородное и неоднородное уширение линий.
	2	<b>Оптический резонатор и методы управления параметрами лазерного излучения.</b>	<i>Оптический резонатор.</i> Волновая теория открытых резонаторов. Эквивалентные резонаторы. Гауссовы пучки. Волноводные резонаторы. <i>Динамика процессов и свойства излучения лазеров.</i> Условия получения генерации. Угол Брюстера и поляризованное лазерное излучение. Режим свободной генерации. Режим модулированной добротности резонатора. Монохроматичность излучения. Когерентность излучения. Направленность излучения. Селекция типов колебаний в лазерах. Поперечные и продольные типы колебаний. Кольцевые лазеры.
	3	<b>Способы получения инверсной заселенности и основные типы лазеров.</b>	<i>Способы получения инверсной заселенности в различных средах. Лазеры на твердом теле.</i> Рубиновый лазер. Nd и YAG лазеры. <i>Лазеры на жидкостях.</i> Лазеры на органических красителях. <i>Газовые лазеры.</i> Гелий-неоновый лазер. Лазер на двуокиси углерода (CO <sub>2</sub> -лазер). Лазеры на самоограниченных переходах (на N <sub>2</sub> и Cu). <i>Полупроводниковые лазеры.</i> Условия получения инверсии заселенности. Основные виды полупроводниковых лазеров. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах. <i>Волоконные лазеры.</i>
	4	<b>Области применения лазеров.</b>	<i>Области применения лазеров.</i> Лазеры в строительстве, дорожном строительстве и т.д. Лазерные системы записи информации. Технологические лазерные системы обработки материалов. Лазерные неразрушающие методы контроля параметров движущихся объектов. Применение лазеров в медицине.

## 2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1	<p><b>Активная среда</b>  <i>Введение.</i>  <i>Основные виды лазерных сред.</i>                      Атомарные среды, молекулярные среды, жидкости и твердые тела.  <i>Структура лазера.</i> Общие требования к активной среде.</p>	2			4	6	1 неделя
	2	<p><b>Оптический резонатор и методы управления параметрами лазерного излучения</b>  <i>Оптический резонатор.</i>                      Волноводная теория открытых резонаторов. Эквивалентные резонаторы. Волноводные резонаторы  <i>Динамика процессов и свойства излучения лазеров.</i>                      Условия получения генерации.                      Режим свободной генерации.                      Режим модулированной добротности резонатора.  <i>Монохроматичность излучения.</i>  <i>Когерентность излучения.</i>                      Направленность излучения.  <i>Селекция типов колебаний в лазерах.</i> Поперечные и продольные типы колебаний. Кольцевые лазеры.</p>	6	14		20	40	3 неделя защита лабораторных работ  5 неделя защита лабораторных работ  5 неделя контрольная работа  7 неделя тестирование, защита лабораторных работ

	3	<p><b>Способы получения инверсной заселенности и основные типы лазеров</b>  <i>Лазеры на твердом теле.</i> Рубиновый лазер. Неодимовый лазер и лазер на иттрий алюминиевом гранате.  <i>Жидкостные лазеры.</i> Лазеры на органических красителях.  <i>Газовые лазеры.</i> He-Ne лазер. He-Cd лазер. Лазер на двуокиси углерода. Механизм инверсной заселенности CO<sub>2</sub> –лазера. Лазеры на самоограниченных переходах (на N<sub>2</sub> и Cu).  <i>Полупроводниковые лазеры.</i> Энергетические зоны Условия получения инверсии заселенности. Инжекционные лазеры. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.</p>	4	12		23	39	<p>9 неделя защита лабораторных работ</p> <p>10 неделя Коллоквиум</p> <p>11 неделя защита лабораторных работ</p> <p>11 неделя контрольная работа</p>
	4	<p><b>Области применения лазеров</b>  Лазеры в строительстве, дорожном строительстве и т.д. Лазерные системы записи информации. Технологические лазерные системы обработки материалов. Лазерные неразрушающие методы контроля параметров движущихся объектов. Применение лазеров в медицине.</p>	2	2		19	23	<p>13 неделя тестирование, реферат</p> <p>13 неделя защита лабораторных работ</p> <p>13неделя контрольная работа</p> <p>14неделя защита лабораторных работ, тестирование, ИДЗ, реферат</p>
		<b>Итого за семестр</b>	<b>14</b>	<b>28</b>		<b>66</b>	<b>108</b>	
		<b>ИТОГО</b>	<b>14</b>	<b>28</b>		<b>66</b>	<b>108</b>	

### 2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
8	2	Оптический резонатор и методы управления параметрами лазерного излучения	Л.р. № 1. «Изучение модового состава излучения оптического резонатора многомодового гелий-неонового лазера»	2
			Л.р. № 2. «Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование ватт-амперных характеристик»	2
	3	Способы получения инверсной заселенности и основные типы лазеров	Л.р. № 3. «Исследование He-Ne лазера. Изучение условий получения генерации излучения на длине волны 0,6328 мкм»	2
			Л.р. № 4. «Измерение мощности ИК излучения CO <sub>2</sub> лазера»	2
			Л.р. № 5. «Исследование He-Ne лазера. Измерение длины волны и длины когерентности излучения»	2
			Л.р. № 6 «Изучение эффекта удвоения частоты световой волны»	2
4	Области применения лазеров	Л.р. № 7. «Применение лазера для бесконтактных измерений линейных размеров»	2	
		Л.р. № 8. «Исследование триангуляционного метода измерения объемных линейных размеров изделия».	2	
			Л.р. № 9. «Определение расходимости лазерного излучения»	3
			Л.р. № 10. «Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование оптических характеристик»	3
			Л.р. № 11. «Исследование He-Ne лазера. Юстировка резонатора»	3
			Л.р. № 12. «Исследование He-Ne лазера. Измерение ватт-амперных характеристик»	3
		<b>ИТОГО в семестре</b>		<b>28</b>
		<b>ИТОГО</b>		<b>28</b>

2.4. Курсовые работы не предусмотрены.

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА.

#### 3.1. Виды СРС.

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
8	1	Активная среда	Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	2
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы	2
	2	Оптический резонатор и методы управления параметрами лазерного излучения	Выполнение заданий при подготовке к контрольной работе	4
			Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3
			Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	2
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
			Подготовка к тестированию.	2
			Подготовка к защите лабораторных работ.	4
			Подготовка к зачету	3
	3	Способы получения инверсной заселенности и основные типы лазеров	Выполнение заданий при подготовке к контрольной работе	4
			Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3
			Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями)	2
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы	2
			Подготовка к тестированию	2
			Подготовка к защите лабораторных работ	4
			Подготовка к коллоквиуму	3
Подготовка к зачету			3	
4	Области применения лазеров	Выполнение заданий при подготовке к контрольной работе	4	
		Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	2	
		Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	2	
		Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы	2	
		Подготовка к тестированию	2	
		Подготовка к защите лабораторных работ.	4	
		Подготовка к зачету	3	
<b>ИТОГО в семестре</b>				<b>66</b>





### **3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплинам.**

#### **3.3.1. Тематика рефератов**

1. Историческая хронология начальных этапов квантовой электроники.
2. Волновая теория открытых резонаторов.
3. Гауссовы пучки.
4. Волноводные резонаторы.
5. Режим модулированной добротности резонатора.
6. Методы селекции продольных типов колебаний.
7. Методы селекции поперечных типов колебаний.
8. Пространственная и временная когерентность излучения.
9. Кольцевые лазеры и методы анализа встречных волн.
10. Основные методы управления параметрами лазерного излучения.
11. Лазеры на твердом теле.
12. Лазеры на иттрий алюминиевом гранате.
13. Лазеры на красителях.
14. Твердотельные лазеры с накачкой от диодов полупроводниковых лазеров.
15. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.
16. Лазеры на углекислом газе (CO<sub>2</sub>-лазер).
17. Волоконные лазеры.
18. Применение лазеров в медицине.
19. Лазеры и опорное направление.
20. Лазерные неразрушающие методы контроля.
21. Лазерные системы записи и хранения информации.
22. Лазерные технологии при обработке различных материалов.
23. Лазерные лидары.
24. Лазерные системы связи.
25. Применение лазеров для получения высокотемпературной плазмы.

*Правила оформления рефератов представлены в п. 11 Иные сведения. Методическое обеспечение рефератов обеспечивается основной и дополнительной литературой по квантовой электронике, представленной в п. 5.*

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

##### 4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

*Рейтинговая система не используется*

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Се-местр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Борейшо, А. С. Лазеры: применение и приложения [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. С. Борейшо. – Спб.: Изд-во Лань, 2016. – 520 с. – Режим доступа: <a href="http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&amp;pl1_id=1606">http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&amp;pl1_id=1606</a> (дата обращения: 14.06.2016)	1-4	8	ЭБС	
2.	Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. – Спб.: Изд-во Лань, 2016. - 304 с - Режим доступа: <a href="http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&amp;pl1_id=1402">http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&amp;pl1_id=1402</a> (дата обращения: 14.06.2016)	1-4	8	ЭБС	
3.	Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Богданов, Ю.В. Голубенко. – Спб. : Изд-во Лань, 2016. – 208 с. – Режим доступа: <a href="http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&amp;pl1_id=1401">http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&amp;pl1_id=1401</a> (дата обращения: 14.06.2016)	1-4	8	ЭБС	
4.	Иванов, И. Г. Основы квантовой электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Г. Иванов. - Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241055">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241055</a> (дата обращения: 14.06.2016)	1-4	8	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.	Делоне, Н. Б. Нелинейная оптика [Электронный ресурс] / Н. Б. Делоне. - М. : Физматлит, 2003. - 64 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68862">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68862</a> (дата обращения: 14.06.2016).	1-4	8	ЭБС	
2.	Дмитриев, В. Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта [Электронный ресурс] / В. Г. Дмитриев. - М. : Физматлит, 2001. - 256 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=83399">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=83399</a> (дата обращения: 14.06.2016)	1-4	8	ЭБС	
3.	Звелто, О. Принципы лазеров [Текст] : [монография] / О. Звелто; пер. с англ. Д. Н. Козлова и [др.]. - 4-е изд. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2008. - 720 с. : ил.	1-4	8	3	
4.	Шука, А. А. Электроника в 4 ч. Ч. 3: Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / А. А. Шука, А. С. Сигов ; отв. ред. А. С. Сигов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 117 с. - (Бакалавр. Академический курс). – Режим доступа: <a href="https://www.biblio-online.ru/book/F00136E0-30AE-4AAF-A0E9-7C5C187750BB">https://www.biblio-online.ru/book/F00136E0-30AE-4AAF-A0E9-7C5C187750BB</a> (дата обращения: 24.04.2017)	1-4	8	ЭБС	
5.	Степанов, В. А. Квантовая электроника [Текст]: учебное пособие / В. А. Степанов, А. В. Ельцов, И. А. Захаркин; РГУ им. С. А. Есенина. - Рязань : Приз, 2011. - 240 с. - Библиогр.: с. 238. - Доп. УМО.	1-4	8	3	
6.	Тучин, В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях [Электронный ресурс] / В. В. Тучин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Физматлит, 2010. - 500 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75958">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75958</a> (дата обращения: 14.06.2016)	1-4	8	ЭБС	

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

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]: федеральный портал. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 14.06.2016).
2. Лань [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 14.06.2016).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 14.06.2016).
4. Российское образование [Электронный ресурс]: федеральный портал. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>, свободный (дата обращения: 14.06.2016).
5. 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: 14.06.2016).
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru>, свободный (дата обращения: 14.06.2016).
7. Электронный каталог НБ РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ РГУ имени С.А. Есенина. – Рязань, [1990 - ]. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru/marc>, свободный (дата обращения: 14.06.2016).
8. Юрайт [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 24.04.2017).

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

1. Журнал «Квантовая электроника» – URL: [www.quantum-electron.ru](http://www.quantum-electron.ru) (дата обращения 15.10.2016)
2. Плазма [Электронный ресурс]: [сайт АО "ПЛАЗМА"]. – Режим доступа: [www.plasmalabs.ru](http://www.plasmalabs.ru) (дата обращения 14.06.2016)
3. LASERS.ORG.RU [Электронный ресурс]: Первый Российский сайт о лазерах и лазерных указках. – Режим доступа: [www.lasers.org.ru](http://www.lasers.org.ru) (дата обращения 14.06.2016)
4. Голография [Электронный ресурс]: Виртуальная галерея. – Режим доступа: [www.holography.ru](http://www.holography.ru) (дата обращения 14.06.2016)
5. Nature Web.Ru [Электронный ресурс]: Научная Сеть : [сайт]. – Режим доступа: [www.nature.web.ru](http://www.nature.web.ru) (дата обращения 14.06.2016)

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:** стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, компьютерный класс.

**6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:** видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office: Word, Excel, Power Point и др. (или свободно распространяемое ПО – пакет с аналогичными возможностями).

**6.3. Требования к специализированному оборудованию:** лабораторные стенды по квантовой электронике, соответствующие требованиям техники безопасности.

**7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	<i>Реферат:</i> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение ос-

	новых аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата. <i>Темы рефератов представлены в пункте 3.3.1</i>
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

**9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

- 1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.*
- 2. Использование слайд-презентаций при проведении практических занятий.*

**10. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА *не предусмотрено.***

**Приложение 1.**

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

***Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости***

№ п/п	Контрольные разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства	
1.	<p><b><i>Оптический резонатор и методы управления параметрами лазерного излучения.</i></b>                      Изучение модового состава излучения оптического резонатора многомодового гелий-неонового лазера.                      Полупроводниковый инжекционный лазер Исследование ватт-амперных характеристик.                      Исследование He-Ne лазера. Изучение условий генерации излучения на длине волны 0,6328 мкм                      Измерение мощности излучения CO<sub>2</sub> лазера.                      Определение расходимости лазерного излучения.</p>	ОК-3 ПВК-3	Зачет 8 семестр	
2.	<p><b><i>Способы получения инверсной заселенности и основные типы лазеров.</i></b>                      Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование оптических характеристик Исследование He-Ne лазера. Юстировка резонатора.                      Исследование He-Ne лазера. Исследование ватт-амперных характеристик.                      Исследование He-Ne лазера. Измерение длины волны и длины когерентного излучения.                      Изучение эффекта удвоения частоты световой волны</p>	ОК-3 ПВК-3		
3.	<p><b><i>Области применения лазеров.</i></b>                      Применение лазера для бесконтактных измерений линейных размеров изделия.                      Исследование триангуляционного метода измерения объема линейных размеров изделия.</p>	ОК-3 ОК-6 ПВК-3		

### Требования к результатам обучения по учебной дисциплине.

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
1	2	3	4
ОК-3	Способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	<p><i>Знать.</i></p> <p>31 Приемы обобщения и анализа естественнонаучной информации в области квантовой электроники.</p> <p>32 Физические и математические методы моделирования активных сред, резонаторов квантовых генераторов и устройств на их основе.</p> <p>33 Технологические процессы изготовления активных элементов и лазеров.</p> <p>34 Роль и значение естественнонаучных и математических дисциплин при изучении законов квантовой электроники</p>	<p>ОК3 31</p> <p>ОК3 32</p> <p>ОК3 33</p> <p>ОК3 34</p>
		<p><i>Уметь.</i></p> <p>У1 На основе анализа и обобщения естественнонаучной и математической информации ставить цели исследования.</p> <p>У2 Использовать математические методы для моделирования физических и технологических процессов в лазерах.</p> <p>У3 Применять материалы для активных элементов и лазеров в соответствии с их физико-техническими свойствами.</p> <p>У4 Оценивать профессиональную значимость закономерностей квантовой электроники с позиций естественнонаучных и математических дисциплин.</p>	<p>ОК3 У1</p> <p>ОК3 У2</p> <p>ОК3 У3</p> <p>ОК3 У4</p>
		<p><i>Владеть.</i></p> <p>В1 Приемами обобщения и анализа информации в области квантовой электроники.</p> <p>В2 Приемами постановки целей при решении задач квантовой электроники.</p> <p>В3 Методами математического моделирования физических и технологических процессов, протекающих в активных средах и лазерах различного типа</p> <p>В4 Методами оценки профессиональной значимости закономерностей квантовой электроники с при-</p>	<p>ОК3 В1</p> <p>ОК3 В2</p> <p>ОК3 В3</p> <p>ОК3 В4</p>



		менением естественнонаучных и математических дисциплин	
<b>ОК-6</b>	<b>Способность к самоорганизации и самообразованию</b>	<i>Знать.</i> 31 Перспективы и возможности самообразования и профессионального роста в области квантовой электроники в регионе. 32 Необходимый уровень квалификации для успешного трудоустройства. 33 Необходимую информацию по квантовой электронике для поддержания высокого уровня профессионального мастерства.	<b>ОК6 31</b>  <b>ОК6 32</b>  <b>ОК6 33</b>
		<i>Уметь.</i> У1 Выбирать пути самообразования при профессиональном росте. У2 Работать в коллективе над одной или несколькими проблемами. У3 Работать с литературой и другой доступной информацией по квантовой электронике.	<b>ОК6 У1</b>  <b>ОК6 У2</b>  <b>ОК6 У3</b>
		<i>Владеть.</i> В1 Навыками планирования перспективных тем для самообразования. В2 Методами выбора путей профессионального роста. В3 Приемами повышения профессионального уровня в области квантовой электроники.	<b>ОК6 В1</b>  <b>ОК6 В2</b>  <b>ОК6 В3</b>
<b>ПВК-3</b>	<b>Знает концептуальные и теоретические основы физики, владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике</b>	<i>Знать.</i> 31 Теоретические закономерности и экспериментальные методы исследований в области квантовой электроники. 32 Функциональные и энергетические схемы конкретных активных сред и лазеров. 33 Физические и технологические способы построения квантовых генераторов. 34 Способы возбуждения и методы образования активной среды.	<b>ПВК3 31</b>  <b>ПВК3 32</b>  <b>ПВК3 33</b>  <b>ПВК3 34</b>

		<p><i>Уметь.</i></p> <p><i>У1</i> Применять рекомендации теоретических закономерностей и экспериментальных методов исследования в квантовой электронике.</p> <p><i>У2</i> Применять функциональные и энергетические схемы для разработки конкретных активных сред и лазеров.</p> <p><i>У3</i> Применять эффективные методы защиты от лазерного излучения.</p> <p><i>У4</i> Измерять основные характеристики лазерного излучения.</p>	<p><b>ПВК3 У1</b></p> <p><b>ПВК3 У2</b></p> <p><b>ПВК3 У3</b></p> <p><b>ПВК3 У4</b></p>
		<p><i>Владеть.</i></p> <p><i>В1</i> Теоретическими и практическими навыками при проведении исследовательских задач по квантовой электронике.</p> <p><i>В2</i> Методами построения учебно-исследовательских экспериментов по квантовой электронике.</p> <p><i>В3</i> Методами измерения характеристик лазерного излучения.</p> <p><i>В4</i> Способами защиты от лазерного излучения.</p>	<p><b>ПВК3 В1</b></p> <p><b>ПВК3 В2</b></p> <p><b>ПВК3 В3</b></p> <p><b>ПВК3 В4</b></p>

**Комплект оценочных средств для промежуточной аттестации  
(зачет 8 семестр)**

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание оценочного средства</b>	<b>Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	Описать экспериментальные возможности установления связи спонтанного и вынужденного излучения	<b>ПВК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
2	Описать физическую природу однородного и неоднородного уширения спектральных линий	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34, У1,У2,У3,У4, В1,В2,В3,В4
3	Использовать методы атомной физики для описания энергетической и зонной структуры твердотельных лазеров.	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33, У1,У2, У3, В1,В2,В3
4	Использовать методы атомной физики для описания энергетической и зонной структуры полупроводниковых лазеров.	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33, У1,У2, У3, В1,В2,В3
5	Описать учет распределения электронов по энергиям в положительном столбе разряда и процессы возбуждения атомов (ионов и молекул) для прямого и ступенчатого неупругого столкновения. Описать результаты ударов второго рода при столкновении атомов и молекул.	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33, У1,У2, У3, В1,В2,В3
6	Использовать знание математического описания физической природы излучения (поглощения) атомов с применением коэффициентов Эйнштейна	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
7	Описать ширину спектральной линии излучения (поглощения) и связь с принципом неопределенностей Гейзенберга и эффектом Доплера	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33,У1, У2,У3, В1,В2,В3
8	Описать результаты волновой природы продольных и поперечных типов колебаний открытых резонаторов	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
9	Описать методы селекции поперечных и продольных типов колебаний	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ПВК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
10	Описать экспериментальную методику измерения модовой структуры излучения лазера	<b>ПВК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
11	Описать связь дифракции света и Гауссовых пучков, влияние дифракции света на дифракционные потери внутри резонатора	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33, У1,У2, У3, В1,В2,В3,
12	Нелинейная оптика. Описать результаты поворота плоскости поляризации света в кристаллах под действием электрического и магнитного поля.	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
13	Описать эффект модуляции добротности резонатора и физическую природу гигантского импульса	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3

14	Описание условий инверсии заселенности полупроводниковых лазеров	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
15	Описать физическую природу лазеров на р-п переходах и гетероструктурах. Описать условия инверсии заселенности в газоразрядных лазерах (He-Ne).	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
16	Описать физическую природу лазеров на р-п переходах и гетероструктурах. Описать условия инверсии заселенности в газоразрядных лазерах (He-Cd).	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
17	Описать физическую природу лазеров на р-п переходах и гетероструктурах. Описать условия инверсии заселенности в газоразрядных лазерах (CO <sub>2</sub> ).	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
18	Описать условия генерации в кольцевом лазере, области их применения; методы обработки интерференциальных сигналов встречных световых лазерных пучков	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
19	Описать пространственную и временную когерентность лазеров (физическую природу и экспериментальные методы измерения длины когерентности).	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33, У1,У2, У3, В1,В2,В3 <b>ПВК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
20	Описать физическую природу законов интерференции света и методы получения объемных голограмм. Сформулировать выводы о различии голограмм, воспроизводимых с помощью когерентного (монокроматического) и белого света	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
21	Описать экспериментальные возможности измерения мощности и расходимости лазерного излучения. Лазеры в медицине.	<b>ПВК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
22	Оптические схемы применения лазеров в строительстве домов (скользящая опалубка), строительных, кровельных материалов (на конвейере), тоннелей (с применением опорных точек)	<b>ПВК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4
23	Описать эффект двойного лучепреломления кристаллов и физическую природу удвоения частоты.	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
24	Описать эффект двухфотонного поглощения и ионизации атомов.	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
25	Описать эффект многофотонного поглощения и ионизации атомов.	<b>ОК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4 <b>ОК-6</b> 31,32,33 У1,У2, У3, В1,В2,В3
26	Описать экспериментальные методы применения триангуляционного метода для контроля (сканирования) 3D поверхности сложных изделий	<b>ПВК-3</b> 31,32,33,34,У1, У2,У3,У4,В1,В2,В3,В4

## ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

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

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине **Квантовая электроника** (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

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

«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.