

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



Н.Б. Федорова

«31» августа 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая электроника

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
бакалавриат

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки Физическая электроника

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный – 4 года

Факультет (институт) Физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и методики преподавания физики

Рязань 2020

При разработке рабочей программы дисциплины (модуля)  
в основу положены:

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика,  
утвержденный приказом Минобрнауки России  
от «12\_» марта 2015 г. №204

2. Учебный план направления подготовки 16.03.01 Техническая физика,,  
*(указывается код и наименование направления подготовки)*  
направленность (профиль) Физическая электроника

одобрен Ученым советом РГУ имени С.А. Есенина  
от «\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ Протокол №\_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры  
общей и теоретической физики и МПФ  
от «31\_» августа 2020 года Протокол №1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Е. Трунина \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины одобрена Учебно-методическим советом физико-  
математического факультета  
от «31\_» \_\_\_\_\_ августа 2020 Протокол №1

Председатель Учебно-методического совета физико-математического факультета  
\_\_\_\_\_  
О.В. Кузнецова  
)

Разработчики \_\_\_\_\_

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

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

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

– использовать 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.

### МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

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:**

- физика (разделы оптика и атомная физика)
- теоретическая физика
- физика твердого тела и полупроводников

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

- производственная (преддипломная) практика;
- основы менеджмента наукоемких производств;
- специальные вопросы квантовой электроники;
- практикум по квантовой и оптической электронике;
- 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), общепрофессиональных (ОПК) 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-7	способность к самоорганизации и самообразованию	Перспективы и возможности профессионального роста в области квантовой электроники в регионе; необходимый для успешного трудоустройства уровень профессионального мастерства.	Выбирать пути профессионального роста.	Навыками планирования профессионального пути.
2.	ОПК-1	способность использовать фундаментальные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Физические и математические методы моделирования активных сред, резонаторов квантовых генераторов и устройств на их основе; технологические процессы изготовления активных элементов и лазеров; физико-технические свойства материалов, из которых изготавливаются элементы и узлы квантовых генераторов.	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 и технологическими возможностями.	Методами математического моделирования физических и технологических процессов, протекающих в активных средах и лазерах различного типа и назначения.

3.	ОПК-3	Способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	Способы возбуждения атомов и молекул; методы образования активной среды; свойства лазерного излучения и методы измерения параметров лазеров; принципы построения и управления квантовых генераторов и устройств на их основе.	Возбуждать различными способами атомы и молекулы и создавать активную среду лазеров; измерять характеристики лазерного излучения; применять характерные свойства лазеров для конкретных областей науки и техники; применять методы защиты от лазерного излучения.	Методами возбуждения атомов и молекул; техническими и технологическими методами создания активной среды и квантовых генераторов; методами измерения параметров и защиты от лазерного излучения; приемами применения лазеров в различных устройствах.
4.	ПК-15	Готовность использовать интерференционные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Применять информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Информационными технологиями при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов

## 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 основные закономерности формирования когерентных оптических пучков, их основные свойства, методы управления, транспортирования и преобразования оптических пучков, основные методы определения физических параметров лазерного излучения, физические принципы и аппаратурную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях;</li> <li>– подготовить их к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия, коммуникабельности, способностей к быстрому и самостоятельному приобретению новых знаний;</li> <li>– использовать 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>
-----------------	--

### Общекультурные компетенции

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<p><i>Знать.</i> Перспективы и возможности самообразования и профессионального роста в области квантовой электроники в регионе; необходимый для успешного трудоустройства уровень профессионального мастерства</p> <p><i>Уметь.</i> Выбирать пути профессионального роста</p>	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет	<p><b>Пороговый.</b> Способность ориентироваться в возможностях профессионального роста.</p> <p><b>Повышенный.</b> Способен самостоятельно выбирать пути профессионального роста и планировать.</p>

		<i>Владеть.</i> Навыками планирования самообразования, профессионального пути			
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	способность использовать фундаментальные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<i>Знать.</i> Приемы обобщения и анализа естественно-научной информации в области квантовой электроники; приемы постановки целей при решении задач квантовой электроники <i>Уметь.</i> На основе анализа и обобщения естественно-научной и математической информации ставить цели исследования. <i>Владеть.</i> Приемами обобщения и анализа информации в области квантовой электроники; приемами постановки целей при решении задач квантовой электроники	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет	<b>Пороговый.</b> Способность по готовым схемам и образцам работать с информацией в области квантовой электроники <b>Повышенный.</b> Способен самостоятельно ставить цели исследования на основе анализа и обобщения информации.
ОПК-3	Способность к теоретическим и экспериментальным	<i>Знать.</i> Теоретические закономерности и экспериментальные	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ,	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование,	<b>Пороговый.</b> Способен проводить простейшие теоретические и

	исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	методы исследований. <i>Уметь.</i> Применять рекомендации теоретических закономерностей и экспериментальных методов исследования. <i>Владеть.</i> Теоретическими и практическими рекомендациями при проведении исследовательских задач по квантовой электронике.	применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	реферат, ИДЗ, зачет	экспериментальные исследования в области квантовой \электроники. <b>Повышенный.</b> Способен самостоятельно планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области квантовой электроники.
<b>Профессиональные компетенции</b>					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ПК-15	Готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	<i>Знать.</i> Функциональные, организационные, энергетические схемы конкретных активных сред и опытов. <i>Уметь.</i> Применять функциональные, организационные и энергетические схемы для разработки конкретных активных сред и опытов. <i>Владеть.</i> Методами построения учебно-	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет	<b>Пороговый.</b> Способен участвовать в проведении исследований конкретных технических задач. <b>Повышенный.</b> Готов к внедрению результатов исследований.



		исследовательских экспериментов по квантовой электронике.			
--	--	---	--	--	--

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		№ 6 часов
1	2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	<b>108</b>	<b>108</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
2. Самостоятельная работа студента (всего)	60	60
В том числе		
<i>СРС в семестре:</i>		
Курсовая работа	КП	
	КР	
<i>Другие виды СРС:</i>		
Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	4	4
Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	8	8
Подготовка к коллоквиуму	3	3
Подготовка к контрольным работам	9	9
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Подготовка к защите лабораторных работ	9	9
Подготовка к тестированию	6	6
Подготовка к зачету	12	12
<i>СРС в период сессии</i>		
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	+
	экзамен (Э)	+
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	<b>108</b>
	зач. ед.	<b>3</b>
		<b>108</b>
		<b>3</b>

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий: вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.); набор веб-сервисов MS Office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>); система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

## 2.СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 2.1.Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестр а	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
6	1	<b>Активная среда</b>	<i>Введение.</i> Краткая историческая хронология начальных этапов развития квантовой электроники. <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.</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. Пространственная и временная когерентность. Направленность излучения. Селекция типов колебаний в лазерах. Поперечные и продольные типы колебаний. Кольцевые лазеры. Методы анализа световых сигналов встречных волн.
	3	<b>Способы получения инверсной заселенности.</b>	<i>Способы получения инверсной заселенности в различных средах. Лазеры на твердом теле.</i> Спектр поглощения атомов. Активные среды. Рубиновый лазер. Ниодимовый лазер. <i>Лазеры на жидкостях.</i> Лазеры на органических хелатах. Лазеры на органических красителях. <i>Газовые лазеры.</i> Неупругие столкновения электронов с атомами. Гелий-неоновый лазер. Лазер на двуокиси углерода (СО <sub>2</sub> -лазер). Спектры молекул. Механизм инверсной заселенности и генерации. Лазеры на самоограниченных переходах (на N <sub>2</sub> и Cu). Полупроводниковые лазеры. Энергетические зоны. Уровни Ферми. Условия инверсии заселенности. Полупроводниковые лазеры. Полупроводниковые лазеры на

			гетероструктурах.
	4	<b>Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазера.</b>	<p><i>Лазеры и нелинейная оптика. Нелинейная поляризация. Эффект удвоения частоты светового поля. Условия фазового (волнового) синхронизма. Самофокусировка. Двухфотонное и многофотонное поглощение. Вынужденное рассеяние света.</i></p> <p><i>Оптическая голография. Образ объекта и возможности его воспроизводства. Голографический метод и фотография. Голографический процесс. Метод Д.Габор. Отражение голограмм с записью в трехмерных средах. Характеристики голограмм.</i></p> <p><i>Области применения лазеров. Лазеры и опорное направление (строительство, дорожное строительство и т.д.). Системы записи информации, технологические лазерные системы обработки материалов. Лазерные и неразрушающие методы контроля параметров движущихся объектов.</i></p>

## 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		6	7	8	9
6	1	<b>Активная среда</b>	3			5	8	1 неделя. Коллоквиум
		<i>Введение. Структура лазера. Общие требования к активной среде.</i>	3			5	8	
	2	<b>Оптический резонатор</b>						6 неделя ЗЛР  7 неделя ТСк, ЗЛР
		<i>Оптический резонатор. Волноводная теория открытых резонаторов. Эквивалентные резонаторы. Волноводные резонаторы</i>	2	1		3	6	
				3		3	6	
		<i>Динамика процессов и свойства излучения лазеров. Условия получения генерации. Режим свободной генерации. Режим модулированной добротности резонатора.</i>	1	2		4	7	
<i>Монохроматичность излучения. Когерентность излучения.</i>	2	1		3	6			

	Пространственная и временная когерентность. Направленность излучения.						
			3		3	6	
	<i>Селекция типов колебаний в лазерах. Поперечные и продольные типы колебаний. Кольцевые лазеры. Методы анализа световых сигналов встречных волн.</i>		3		4	7	
	<b>Способы получения инверсной заселенности.</b>	6	12		25	43	
	<i>Лазеры на твердом теле. Спектр поглощения атомов. Активные среды. рубиновый лазер. Ниодимовый лазер.</i>	2	1		3	6	
	<i>Лазеры на жидкостях. Лазеры на органических хелатах. Лазеры на органических красителях.</i>		3		3	6	
	<i>Газовые лазеры. Неупругие столкновения электронов с атомами. He-Ne лазер. He-Cd лазер. Лазер на двуокиси углерода. Спектры молекул. Механизм инверсной заселенности CO<sub>2</sub> –лазера. Лазеры на самоограниченных переходах (на N<sub>2</sub> и Cu).</i>	2	1		4	7	
			3		4	7	
3	<i>Полупроводниковые лазеры. Энергетические зоны Уровни Ферми. условия инверсии заселенности. Полупроводниковые лазеры. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.</i>						
		2	1		4	7	
			3		4	8	
	<b>Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазеров.</b>						
	<i>Лазеры и нелинейная оптика. Нелинейная поляризация. Эффект удвоения частоты светового поля. Условия синхронизма. Самофокусировка. Двухфотонное поглощение и многофотонное поглощение. Вынужденное рассеяние.</i>	2	1		5	8	
4	<i>Оптическая голография. Голографический метод и фотографический процесс. Метод Д. Габора. Характеристики голограмм.</i>		3		5	8	
							9 неделя ЗЛР 10 неделя. Коллоквиум  11 неделя ЗЛР  12 неделя ЗЛР  13 неделя ТСк, реферат  14 неделя ЗЛР
							16 неделя ЗЛР, ТСк ИДЗ Реферат

		<i>Области применения лазеров</i>						
		<b>Итого за семестр</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>60</b>	<b>108</b>	
		<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>60</b>	<b>108</b>	

### 2.3. Лабораторный практикум

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

		<b>ИТОГО в семестре</b>		<b>32</b>
		<b>ИТОГО</b>		<b>32</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
6	1	Активная среда	Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
	2	Оптический резонатор	Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам	3
			Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3
			Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
			Подготовка к тестированию.	2
			Подготовка к защите лабораторных работ.	3
			Подготовка к зачету	4
	3	Способы получения инверсной заселенности	Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам	3
			Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3
			Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
			Подготовка к тестированию.	2
			Подготовка к защите лабораторных работ.	3
			Подготовка к коллоквиуму.	3
4	Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазеров.	Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам	3	
		Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3	
		Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	1	



			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
			Подготовка к тестированию.	2
			Подготовка к защите лабораторных работ.	3
			Подготовка к зачету	4
<b>ИТОГО в семестре</b>				<b>60</b>

### 3.2. График работы студента

Семестр № 6

Форма оценочного средства	Условное обозначение	Номер недели															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Коллоквиум	Кл	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Контрольная работа	Кнр	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тестирование письменное	ТСп	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Индивидуальные домашние задания	ИДЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Реферат	Реф	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Защита лабораторных работ	ЗЛР	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+

### **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. Лазеры на твердом теле.
11. Лазеры на органических хеллатах.
12. Лазеры на красителях.
13. Твердотельные лазеры с накачкой от диодов полупроводниковых лазеров.
14. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.
15. Лазеры на углекислом газе (CO<sub>2</sub>-лазер).
16. Лазеры и нелинейная оптика.
17. Эффект удвоения частоты.
18. Вынужденное рассеяние света.
19. Двухфотонное и многофотонное поглощение.
20. Нелинейный фотоэффект.
21. Физическая основа голографии.
22. Лазеры и опорное направление.
23. Лазерные неразрушающие методы контроля.
24. Лазерные системы записи и хранения информации.
25. Лазерные технологии при обработке различных материалов.
26. Лазерные лидары.
27. Лазерные системы связи.
28. Применение лазеров для получения высокотемпературной плазмы.

## 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

*(см. Фонд оценочных средств)*

### 4.2. 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	Семес тр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Г. Иванов. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2011. – 174 с. – Режим доступа: URL: <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 13.08.2020).	1-4	6	ЭБС	
2.	Карлов, Н.В. Лекции по квантовой электронике [Электронный ресурс] /Н.В. Карлов. – М.: Наука, 1988. – 322 с. – Режим доступа: URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=45404">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=45404</a> (Дата обращения 13.08.2020).	1-4	6	ЭБС	
3.	Шангина, Л.И. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.И. Шангина. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 303 с. – Режим доступа: URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208584">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208584</a> (Дата обращения 13.08.2020).	1-4	6	ЭБС	

### 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семес тр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре

1	2	3	4	5	6
1.	Орликов, Л.Н. Основы технологии оптических материалов и изделий [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Н. Орликов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 1. – 88 с. – Режим доступа: URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209012">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209012</a> (Дата обращения 13.08.2020).	1-4	6	ЭБС	
2.	Борейшо, А.С. Лазеры: устройство и действие [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. – СПб.: Лань, 2017. – 304 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/93585">https://e.lanbook.com/book/93585</a> (дата обращения: 13.08.2020).	1-4	6	2	
3.	Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Борейшо, В.А. Борейшо, И.М. Евдокимов, С.В. Ивакин; под редакцией А. С. Борейшо. – СПб.: Лань, 2016. – 520 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/87570">https://e.lanbook.com/book/87570</a> (дата обращения: 13.08.2020)..	1-4	6	ЭБС	
4.	Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. – СПб.: Лань, 2016. – 208 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/72971">https://e.lanbook.com/book/72971</a> (дата обращения: 13.08.2020).	1-4	6	ЭБС	

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

1. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.08.2020).
2. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 15.08.2020).

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

1. Журнал «Квантовая электроника» – Режим доступа: URL: [www.quantum-electron.ru](http://www.quantum-electron.ru) (дата обращения 15.08.2020)
2. Сайт ОАО «Плазма» – Режим доступа: URL: [www.plasmalabs.ru](http://www.plasmalabs.ru) (дата

- обращения 15.08.2020)
3. Сайт ЗАО «Лазер Варио Ракурс» – Режим доступа: URL: [www.laservr.ru](http://www.laservr.ru) (дата обращения 15.08.2020)
  4. Первый российский сайт о лазерах и лазерных указках – Режим доступа: URL: [www.lasers.org.ru](http://www.lasers.org.ru) (дата обращения 15.08.2020)
  5. Научная сеть – Режим доступа: URL: [www.nature.web.ru](http://www.nature.web.ru) (дата обращения 15.08.2020)

## **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; помечать 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 основных 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.**

Название ПО	№ лицензии
Операционная система WindowsPro	Договор №65/2020 от 02.10.2020
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020г.
Офисное приложение Libre Office	Свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	Свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone ImageViewer	Свободно распространяемое ПО
PDF ридер Foxit Reader	Свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	Свободно распространяемое ПО
Запись дисков Image Burn	Свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	Свободно распространяемое ПО
вебинарная платформа Zoom;	договор б/н от 10.10.2020г.
Набор веб-сервисов MS Office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office">https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office</a> )	Свободно распространяемое ПО
Система электронного обучения Moodle	Свободно распространяемое ПО

## **11. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ.**



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



Н.Б. Федорова

« 31 » августа 2020 г.

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
*«Квантовая электроника»*

Направление подготовки  
16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль)  
Физическая электроника

Квалификация  
**бакалавр**

Форма обучения  
очная

Рязань 2020

## 1. Цель освоения дисциплины

развитие у студентов компетенций, которые позволяют:

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

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

– использовать 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 дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1.

Дисциплина изучается на 3 курсе (6 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

## 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	Перспективы и возможности профессионального роста в области квантовой электроники в регионе; необходимый для успешного трудоустройства уровень профессионального мастерства.	Выбирать пути профессионального роста.	Навыками планирования профессионального пути.
2.	ОПК-1	способность использовать фундаментальные	Физические и математические методы моделирования	Использовать математические методы для	Методами математического моделирования

		законы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	активных сред, резонаторов квантовых генераторов и устройств на их основе; технологические процессы изготовления активных элементов и лазеров; физико-технические свойства материалов, из которых изготавливаются элементы и узлы квантовых генераторов.	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 и технологическими возможностями.	физических и технологических процессов, протекающих в активных средах и лазерах различного типа и назначения.
3.	ОПК-3	Способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	Способы возбуждения атомов и молекул; методы образования активной среды; свойства лазерного излучения и методы измерения параметров лазеров; принципы построения и управления квантовых генераторов и устройств на их основе.	Возбуждать различными способами атомы и молекулы и создавать активную среду лазеров; измерять характеристики лазерного излучения; применять характерные свойства лазеров для конкретных областей науки и техники; применять методы защиты от лазерного излучения.	Методами возбуждения атомов и молекул; техническими и технологическими методами создания активной среды и квантовых генераторов; методами измерения параметров и защиты от лазерного излучения; приемами применения лазеров в различных устройствах.
4.	ПК-15	Готовность использовать интерференционные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Применять информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Информационными технологиями при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов

## 5. Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения

Зачет (6 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.