


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  
«30» августа 2019 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, 2019

## **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Квантовая электроника» являются формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению, направленных на владение современными теоретическими знаниями и экспериментальными навыками в области квантовой электроники и умение их применять в профессиональной деятельности учителя.

### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА**

2.1. Дисциплина «Квантовая электроника» относится к предметно-методическому модулю обязательной части Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

- Общая физика
- Физические измерения
- Электротехника

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Выпускная квалификационная работа

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

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1	ПКО-1. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ПКО-1.1. Объясняет (интерпретирует) содержание, сущность, закономерности, особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; принципы, определяющие место предмета в общей картине мира	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 практическими навыками проведения исследовательских задач по квантовой электронике. Методами построения учебных исследований по квантовой электронике. Методами измерения основных характеристик лазерного излучения. Способами защиты от лазерного излучения.
		ПКО-1.2. Демонстрирует знание основ общетеоретических дисциплин в объеме, необходимых для решения педагогических и научно-методических задач	Место и роль квантовой электроники в курсе физики средней школы	Решать педагогические и научно-методические задачи с привлечением знаний в области квантовой электроники	Навыками планирования перспективных тем для решения педагогических и научно-методических задач области квантовой электроники
		ПКО-1.3. Применяет навыки комплексного поиска, анализа и систематизации информации по изучаемым проблемам с использованием различных источников, научной и учебной литературы, информационных баз данных, формирует собственные	Приемы обобщения и анализа естественнонаучной информации в области квантовой электроники. Физические и математические методы моделирования активных сред, резонаторов квантовых	На основе анализа и обобщения естественнонаучной и математической информации ставить цели исследования. Использовать математические методы для моделирования физических и технологических процессов, протекающих в	Приемами обобщения и анализа информации в области квантовой электроники. Приемами постановки целей при решении задач квантовой электроники. Методами математического

		<p>мнения и суждения, аргументирует свою позицию.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
--	--	---	--	--	---

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		№9
		часов
1	2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	52	52
В том числе:		
Лекции (Л)	14	14
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	38	38
Иные виды занятий		
2. Самостоятельная работа студента (всего)	56	56
3. Курсовая работа (при наличии)	КП	
	КР	
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	3
	экзамен (Э)	3
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	108
	зач. ед.	3

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
9	1	Активная среда	Введение. Краткая историческая хронология начальных этапов развития квантовой электроники. Основные виды лазерных сред. Атомарные среды, молекулярные среды, жидкости и твердые тела. Структура лазера. Общие требования к активной среде. Коэффициенты Эйнштейна. Спонтанное и вынужденное излучение. Контур и ширина линий излучения (поглощения). Однородное и неоднородное уширение линий.
	2	Оптический резонатор и методы управления параметрами лазерного излучения.	Оптический резонатор. Волновая теория открытых резонаторов. Эквивалентные резонаторы. Гауссовы пучки. Волноводные резонаторы. Динамика процессов и свойства излучения лазеров. 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	Способы получения инверсной заселенности и основные типы лазеров.	Способы получения инверсной заселенности в различных средах. Лазеры на твердом теле. Рубиновый лазер. Nd и YAG лазеры. Лазеры на жидкостях. Лазеры на органических красителях. Газовые лазеры. Гелий-неоновый лазер. Лазер на двуокиси углерода (CO <sub>2</sub> -лазер). Лазеры на самоограниченных переходах (на N <sub>2</sub> и Cu). Полупроводниковые лазеры. Условия получения инверсии заселенности. Основные виды полупроводниковых лазеров. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах. Волоконные лазеры.
	4	Области применения лазеров.	Области применения лазеров. 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. Перечень лабораторных работ (при наличии), примерная тематика курсовых работ (при наличии)

#### Семестр № 9

#### Перечень лабораторных работ

1. Изучение модового состава излучения оптического резонатора многомодового гелий-неонового лазера.
2. Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование ватт-амперных характеристик.
3. Исследование He-Ne лазера. Изучение условий получения генерации излучения на длине волны 0,6328 мкм.
4. Измерение мощности ИК излучения CO<sub>2</sub> лазера.

5. Исследование He-Ne лазера. Измерение длины волны и длины когерентности излучения.
6. Изучение эффекта удвоения частоты световой волны.
7. Применение лазера для бесконтактных измерений линейных размеров.
8. Исследование триангуляционного метода измерения объемных линейных размеров изделия.
9. Определение расходимости лазерного излучения.
10. Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование оптических характеристик.
11. Исследование He-Ne лазера. Юстировка резонатора.
12. Исследование He-Ne лазера. Измерение ватт-амперных характеристик.

Курсовые работы – не предусмотрены.

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 56 часов. Видами СРС являются:

1. Выполнение заданий при подготовке к контрольной работе.
2. Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам.
3. Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).
4. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.
5. Подготовка к тестированию.
6. Подготовка к защите лабораторных работ.
7. Подготовка к коллоквиуму.
8. Подготовка к зачету.

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине (при необходимости).

*Рейтинговая система – не используется.*

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1	Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-4986-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/130188">https://e.lanbook.com/book/130188</a> (дата обращения: 01.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие : учебное пособие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2088-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/93585">https://e.lanbook.com/book/93585</a> (дата обращения: 01.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин ; под редакцией А. С. Борейшо. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/87570">https://e.lanbook.com/book/87570</a> (дата обращения: 01.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1	Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника : учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="http://www.biblio-online.ru/bcode/451676">http://www.biblio-online.ru/bcode/451676</a> (дата обращения: 01.06.2019).
2	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 01.06.2019).
	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 01.06.2019).
	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 01.06.2019)



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

1. BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.book.ru> (дата обращения: 20.08.2019).

2. 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: 20.08.2019).

3. Znanium.com [Электронный ресурс] : [база данных]. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://znanium.com> (дата обращения: 20.08.2019).

4. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://e-lanbook.com> (дата обращения: 20.08.2019).

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: 20.08.2019).

6. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru> (дата обращения: 20.08.2019).

7. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.08.2019).

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

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 29.08.2019).

2. 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 14.08.2019)

3. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru, свободный> (дата обращения: 29.08.2019).

4. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 29.08.2019).

5. Плазма [Электронный ресурс]: [сайт НПО «ПЛАЗМА»]. – Режим доступа: [www.plasmalabs.ru](http://www.plasmalabs.ru) (дата обращения 14.08.2019)

## 5.5. Периодические издания

1. Журнал «Квантовая электроника» – URL: [www.quantum-electron.ru](http://www.quantum-electron.ru) (дата обращения 14.05.2020)

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, ноутбук, др. оборудование; специализированная лаборатория для проведения лабораторных занятий, специализированное оборудование.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ 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.
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.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

Название ПО	№ лицензии
Операционная система Windows Pro	договор №Tr000043844 от 22.09.15г.
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	договор №14/03/2019-0142 от 30/03/2019г.
Офисное приложение LibreOffice	свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	свободно распространяемое ПО
Браузер изображений FastStoneImageViewer	свободно распространяемое ПО
PDF ридер FoxitReader	свободно распространяемое ПО
PDF принтер doPdf	свободно распространяемое ПО

Медиа проигрыватель VLC media player	свободно распространяемое ПО
Запись дисков ImageBurn	свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVu Browser Plug-in	свободно распространяемое ПО

## 9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ