

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

заведующий кафедрой  
радиофизики



(Трифонов А.П.)  
подпись, расшифровка подписи

08.06.2015

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.13.4 – Квантовая радиофизика

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:** 03.03.03 Радиофизика
- 2. Профиль подготовки / специализация / магистерская программа:** Физика информационных систем и телекоммуникаций, компьютерные технологии передачи информации, информационные системы и технологии, компьютерная электроника, микроэлектроника и полупроводниковые приборы.
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Радиофизики
- 6. Составители программы:** Власов Б.И., к.ф-м.н., доцент
- 7. Рекомендована:** Кафедрой радиофизики  
Протокол о рекомендации: 08.06.2015, №7
- 8. Учебный год:** 2015-2016 **Семестр:** 8

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель – формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков по квантовой теории излучения и поглощения, обучение методам анализа и синтеза квантово-механических устройств, а также методам измерения характеристик лазерного излучения.

Главная задача – усвоение основных методов анализа и синтеза динамики квантово-механических устройств, овладение навыками определения пространственно-временных характеристик лазерного излучения.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Курс «Квантовая радиофизика» относится к базовой части рабочего учебного плана, модуль «Электроника».

Как наука, «Квантовая радиофизика» базируется на курсах «Квантовая механика», «Оптика», «Электродинамика».

«Квантовая радиофизика» служит теоретической основой для дальнейшей самостоятельной работы по исследованию и разработке средств связи оптического диапазона, аппаратуры и устройств волоконно-оптических и лазерных телекоммуникационных систем передачи, обработки и хранения информации. Знания и практические навыки, полученные в результате изучения курса «Квантовая радиофизика», используются обучаемыми при изучении естественно-научных дисциплин, а также при разработке курсовых и дипломных работ.

## **11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

### **а) Общекультурные (ОПК): ОПК-3.**

**ОПК-3:** способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

В соответствии с данной компетенцией студент должен

#### **знать:**

- существующие электронные информационные и библиографические средства по тематике квантовой радиофизики и квантовой электроники;
- способы уменьшения влияния вредоносных средств (вирусов и пр.) на извлекаемые из информационного пространства материалы;
- адреса электронных библиотек ВГУ, а также других информационных электронно-образовательных ресурсов;

#### **уметь:**

- логически обобщать, анализировать, критически осмысливать и систематизировать имеющийся материал по квантовой радиофизике и квантовой электронике;
- применять методы и средства познания для приобретения новых знаний и умений;
- самостоятельно обучаться и контролировать свои действия при поиске новых информационных ресурсов;
- пользоваться современными информационными ресурсами с целью повышения своей компетенции в области разработки радиотехнических комплексов и устройств;

#### **владеть:**

- навыками опытного пользователя электронно-информационными ресурсами;
- терминологией по специальности для успешного поиска информации;
- профессионально-профильными знаниями в области информационных технологий, использовании современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки;
- принципами построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий, типовыми процедурами применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств.

### **б) Профессиональные (ПК): ПК-1,2.**

**ПК-1:** способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения. Способность изучать современный уровень развития квантовой радиофизики и электроники в области взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, включая теорию лазера, оптические явления, обусловленные когерентными и интенсивными полями, а также экспериментальные методы исследования, математического описания и анализа характеристик квантово-механических устройств.

В соответствии с данной компетенцией студент должен

**знать:**

- общие закономерности квантовой теории излучения и поглощения
- элементы квантовой теории поля;
- кинетику квантово-механических систем;
- типы квантово-механических устройств
- динамику квантово-механических усилителей и генераторов ;

**уметь:**

- использовать полученные знания при разработке современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры;
- применять современные методы анализа современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры;
- использовать современную измерительную аппаратуру при экспериментальном исследовании современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры;
- пользоваться современной научно-технической информацией по радиотехническим приборам и оборудованию;

**владеть:**

- методами расчета характеристик квантово-механических устройств;
- методами нахождения режимов генерации квантовых генераторов;
- терминологией и научно-технической литературой в области квантовой радиофизике и электронике;

**ПК-2:** способность использовать математический аппарат и полученные знания в задачах передачи оптической и другой информации в системах телекоммуникаций, умение оценивать возможности и необходимость применения квантово-механических устройств в составе телекоммуникационных систем с учетом их основных особенностей.

В соответствии с данной компетенцией студент должен

**знать:**

- основные особенности процессов функционирования квантово-механических устройств, принципы их построения, взаимодействие их основных элементов;
- принципы исследования, разработки и проектирования квантово-механических устройств телекоммуникационных информационных и информационно-вычислительных систем;

**уметь:**

- применять основные методы анализа квантово-механических устройств и систем на их основе при исследовании результатов измерений;
- использовать современную аппаратуру при исследовании характеристик (параметров) лазерного излучения и режимов генерации квантовых генераторов;
- пользоваться современной научно-технической информацией, необходимой для радиофизических измерений;
- использовать и корректно интерпретировать полученные в результате радиофизических измерений данные;

**владеть:**

- терминологией и научно-технической литературой по квантовой радиофизике и электронике;
- методами измерений параметров квантово-механических устройств телекоммуникационных информационных и информационно-вычислительных систем;

**12. Структура и содержание учебной дисциплины:**

**12.1. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом:**  
3/108

**12.2. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Всего	№ сем.
Аудиторные занятия	56	8       экзамен
в том числе: лекции	28	
практические	-	
лабораторные	28	
Контроль	36	
Самостоятельная работа+КСР	15+1	
Итого:	108	

**12.3. Содержание разделов дисциплины**

*Лекции:*

№ тем	№ лекции	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	1.	Общие сведения о квантово-механических устройствах	Введение в предмет. Квантовая радиофизика и проблемы радиоэлектроники. Учебный фильм «Основы работы лазеров»
1.	2.	Спонтанное, индуцированное излучение, резонансное поглощение	Квантово-теоретические основы. Вынужденные излучения, коэффициенты Эйнштейна. Отрицательная температура. Условия усиления излучения. Переходы в системе под влиянием возмущений. Матрица плотности в квантовой теории и ее свойства
1.	3.	Спектральные параметры (характеристики) взаимодействия излучения с веществом	Электродипольное взаимодействие вещества с излучением. Лоренцева форма спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение
2.	4.	Гауссовы пучки в оптических элементах, однородных и неоднородных средах	Электромагнитные поля и их квантование. Поле как совокупность осцилляторов. Разложение поля по модам резонатора
2.	5.	Характеристики открытых резонаторов	Оптические резонаторы. Оптические элементы. Закон ABCD. Критерий устойчивости мод резонатора. Резонансные частоты. Учебный кинофильм «Объемные и открытые резонаторы»
2.	6.	Частичная когерентность и частичная	Когерентность электромагнитного поля.

		поляризация электромагнитного излучения	Преобразование пространственной и временной когерентности поля при распространении волн
3.	7.	Кинетика квантово-механических устройств	Балансные уравнения. Релаксационные процессы. Двух уровневая модель. Квантовое, полу классическое описание. Восприимчивость среды
3.	8.	Понятие инверсии заполнения энергетических уровней и методы ее создания	Укороченные материальные уравнения. Получение отрицательной температуры в трех и четырех уровневых системах. Методы создания инверсии
4.	9.	Лазер на рубине ( $Al_2O_3:Cr^{3+}$ )	Лазеры на основе кристаллов и стекол
4.	10.	Гелий- неоновый лазер( He-Ne)	Лазеры на газах и парах
5.	11.	Режим стационарной генерации	Общая теория квантовых генераторов
5.	12.	Динамика твердотельных лазеров	Режим свободной генерации. Генерация гигантских импульсов. Модуляции добротности и синхронизация мод в лазерах
5.	13.	Шумы в лазерных усилителях и генераторах	Флуктуационные явления в квантовых генераторах. Модель лазера по Ван дер Полю
6.	14.	Применение лазеров в разработке средств связи оптического диапазона, аппаратуры и устройств волоконно-оптических и лазерных телекоммуникационных систем передачи, обработки и хранения информации.	Модуляция излучения, распространение излучения в волноводной-оптических системах, в диэлектрических линиях, однородных и неоднородных средах

*Лабораторные занятия:*

<i>№ темы</i>	<i>№ занятия</i>	<i>План занятия</i>	<i>Формы текущего контроля</i>
3,4, 5.	1.	Исследование спектральных характеристик гелий-неонового (He-Ne) лазера	сдача лаб.раб.
2,4.	2,3	Поперечно-модовая структура излучения гелий-неонового (He-Ne) лазера. Исследование степени монохроматичности излучения гелий-неонового (He-Ne) лазера.	сдача лаб.раб.
2,4,6	4.	Углекислотный лазер в режиме непрерывной многомодовой и одномодовой генерации.	сдача лаб.раб.
4,5	5.	Импульсный азотный лазер. Измерение средней мощности. Определение пиковой мощности.	сдача лаб.раб.
2,4,6	6.	Полупроводниковый лазер. Диаграммы излучения в горизонтальной и вертикальной плоскостях	сдача лаб.раб.
2,6	7.	Поляризация и модуляция гелий-неонового (He-Ne) лазерного излучения	сдача лаб.раб.

**12.4. Междисциплинарные связи**

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы</i>	<i>№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами</i>
	Оптика	2
	Электродинамика	2,3
	Квантовая механика	1,2

### 12.5. Разделы дисциплины и виды занятий:

<i>№ n/n</i>	<i>Название раздела дисциплины</i>	<i>Лекции (час)</i>	<i>Практ. занятия (час)</i>	<i>Лаборат. занятия (час)</i>	<i>Самос- т. работ- а (час)</i>	<i>Всего</i>
01.	Введение. Квантовая теория излучения и поглощения	6	–	0	–	6
02.	Элементы квантовой теории поля	6	–	4	2	12
03.	Кинетика квантовых систем	4	–	4	2	10
04.	Типы квантово-механических устройств	4	–	12	5	21
05.	Динамика квантовых генераторов	6	–	4	4	14
06.	Применение лазеров	2	–	4	2	8

### 13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

Основная литература

а) основная литература:

1. Ярив А. Квантовая электроника /А.Ярив: Пер. с англ. Под ред. Я.И.Ханина. – М.: Сов.радио, 1980.- М.: Сов.радио, 1980. – 488 с.
2. Страховский Г.М. Основы квантовой электроники /Г.М.Страховский, А.В.Успенский. – М.: Высшая школа, 1979, 303 с.– М.: Высшая школа, 1979. – 303 с.
3. Ханин Я.И. Основы динамики лазеров /Я.И.Ханин.– М.: Наука: Физматлит, 1999. – 386 с.
4. Звелто Орацис. Принципы лазеров /Звелто Орацис: Пер. с англ. под ред. Т.А.Шмаонова. – М.: Мир, 1990. – 558 с.
5. Хирд Г. Измерение лазерных параметров (Экспериментальные методы оптической квантовой электроники) /Г.Хард: Пер. с англ. под ред. Ф.С.Файзуллоа. – М.: Мир, 1970. – 539 с.
6. Успенский А.В. Сборник задач по квантовой электронике /А.В.Успенский.– М.: Высшая школа, 1976. – 176 с.

б) дополнительная литература:

7. Кугушев А.М. Основы радиоэлектроники /А.М.Кугушев, Н.С.Голубева. – М.: Энергия, 1977. – 399 с.
8. Файн В.М. Квантовая радиофизика. Фотоны и нелинейные среды /В.М.Файн.– М.: Сов.радио, 1972. – 472 с.
9. Применение лазеров в народном хозяйстве. – М.: Наука, 1985. – 232 с.
10. Гильярди Р.М. Оптическая связь /Р.М.Гильярди, Ш.Карп: Пер. с англ. под ред. А.Г.Шереметьева. – М.: Связь, 1978. – 424 с.
11. Козанне А. Оптика и связь. Опт.передача обраб.информ. /А.Козанне, Ж.Флере,

**в) информационные электронно-образовательные ресурсы:**

№ п/п	Источник
12	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
13	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>

**14. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Учебная лаборатория кафедры.
2. Персональные компьютеры – 1 шт.
3. Программы «Maxima»,

**15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

*Методическое обеспечение аудиторной работы:* учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:* учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

**16. Критерии аттестации по итогам освоения дисциплины:**

Отлично	Материал изучен полностью, продемонстрирована возможность применения полученных знаний при ответе на сложные вопросы, требующие глубокого понимания материала
Хорошо	В основном программа изучена, есть трудности в применении знаний при решении некоторых задач
Удовлетворительно	Основные понятия курса изучены, однако, отсутствует понимание материала
Неудовлетворительно	Материал либо полностью не изучен, либо есть разделы, в которых студент полностью не разбирается

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Направление/специальность:** 03.03.03 Радиофизика  
*шифр и наименование направления/специальности*

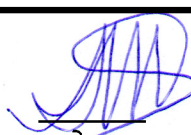
**Дисциплина:** Б1.Б.13.4, Квантовая радиофизика  
*код и наименование дисциплины*

**Профиль подготовки:** Физика информационных систем и коммуникаций, компьютерные технологии передачи информации, информационные системы и технологии, компьютерная электроника, микроэлектроника и полупроводниковые приборы  
*в соответствии с Учебным планом*

**Форма обучения:** очная

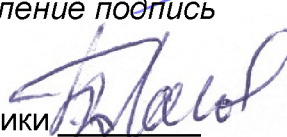
**Учебный год:** 2015-2016

Ответственный исполнитель

Зав. кафедрой радиофизики   
*должность, подразделение подпись*

(Трифонов А.П.) \_\_\_\_ 20\_\_  
*расшифровка подписи*

Исполнители

Доц. кафедры радиофизики   
*должность, подразделение подпись*

(Власов Б.И.) \_\_\_\_ 20\_\_  
*расшифровка подписи*

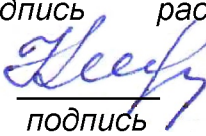
СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП ВПО  
по направлению/специальности

  
*подпись*

(Корчагин Ю.Э.) \_\_\_\_ 20\_\_  
*расшифровка подписи*

Начальник отдела обслуживания ЗНБ

  
*подпись*

(Белодедова Н.В.) \_\_\_\_ 20\_\_  
*расшифровка подписи*

Программа рекомендована НМС \_\_\_\_\_  
*(наименование факультета, структурного подразделения)*

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_ 20\_\_ г.