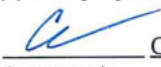


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВОЕНМЕХ» ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Страхов С. Ю.  
« 02 » ФИО 02 20 22

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Направление/специальность подготовки	12.03.02 Оптотехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Приборы и системы лучевой энергетики
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	68	34	34	0	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

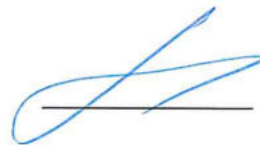
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**12.03.02 Оптотехника**

год набора группы: 2019

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА  
Лентовский Вадим Валентинович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

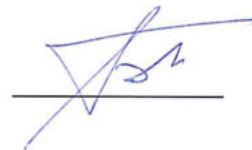
Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
---

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

на уровне представлений: принципы действия приборов и устройств, основанные на теории квантовой электроники;

на уровне воспроизведения: основные физические принципы, лежащие в основе квантовой электроники;

на уровне понимания: применение методов квантовой механики и электроники для решения прикладных задач, основные соотношения квантовой электроники.;

*умения:*

теоретические: понимать и уметь применять методы исследования объектов квантовой электроники, работать с оборудованием, позволяющим исследовать квантовомеханические эффекты и устройства, использующие принципы квантовой электроники;

*навыки:*

исследование эффектов, объяснимых с точки зрения квантовой электроники, приборов основанных, на принципах квантовой электроники..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** является дисциплиной **вариативной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формирование компетенций, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1
4	7	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны, границы классических представлений о веществе. Основные свойства электромагнитных волн. 1.1. Уравнения Максвелла, понятие плоской монохроматической волны. Понятие фазовой и групповой скорости, квазимонохроматическая волна, волновой пакет, спектр сигнала. Корпускулярные свойства света. 1.2 Опытные факты, подтверждающие корпускулярные свойства. Представление световой волны как фотонного коллектива. Свойства фотонов. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны, границы классических представлений о веществе. Основные свойства электромагнитных волн.	35	16	8	8	19	30
4	7	Раздел 2. Физические основы квантово-механических представлений о поле и веществе. Основные постулаты квантовой механики. Операторы энергии и импульса, собственные значения и собственные функции операторов. Состояние квантово-механической системы. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор, потенциальные ямы и барьеры, квантование энергии. Квантование момента импульса, квантовые числа. Физические основы квантово-механических представлений о поле и веществе. Основные постулаты квантовой механики.	44	16	8	8	28	20
4	7	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом. Строение вещества в квантово-механическом представлении. Квантово-механическое представление о веществе. Уровни энергии атомов и молекул. Способы возбуждения. Неупругие столкновения атомов и молекул. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитной волной. Инверсия населенностей. Законы распределения частиц. Понятие теории возмущений. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение линии люминесценции. Взаимодействие излучения с веществом. Строение вещества в квантово-механическом представлении. Квантово-механическое представление о веществе.	37	18	9	9	19	25
4	7	Раздел 4. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Инверсные среды. Способы создания инверсии в газообразных, аморфных, кристаллических и полупроводниковых структурах. Усиливающие среды. Генераторы излучения. Усиление и генерация электромагнитного излучения.	28	18	9	9	10	25
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны, границы классических представлений о веществе. Основные свойства электромагнитных волн. 1.1. Уравнения Максвелла, понятие плоской монохроматической волны. Понятие фазовой и групповой скорости, квазимонохроматическая волна, волновой пакет, спектр сигнала. Корпускулярные свойства света. 1.2 Опытные факты, подтверждающие корпускулярные свойства. Представление световой волны как фотонного коллектива. Свойства фотонов.	Исследование закона Бугера	8
2	Раздел 2. Физические основы квантово-механических представлений о поле и веществе. Основные постулаты квантовой механики. Операторы энергии и импульса, собственные значения и собственные функции операторов. Состояние квантово-механической системы. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор, потенциальные ямы и барьеры, квантование энергии. Квантование момента импульса, квантовые числа.	Исследование спектров инертных газов	8
3	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом. Строение вещества в квантово-механическом представлении. Квантово-механическое представление о веществе. Уровни энергии атомов и молекул. Способы возбуждения. Неупругие столкновения атомов и молекул. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитной волной. Инверсия населенностей. Законы распределения частиц. Понятие теории возмущений. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение линии люминесценции.	Определение постоянной Планка по длинноволновой границе фотохимического процесса	9

4	Раздел 4. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Инверсные среды. Способы создания инверсии в газообразных, аморфных, кристаллических и полупроводниковых структурах. Усиливающие среды. Генераторы излучения.	Исследование ширины линии люминесценции	9
Всего за 7 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны, границы классических представлений о веществе. Основные свойства электромагнитных волн. 1.1. Уравнения Максвелла, понятие плоской монохроматической волны. Понятие фазовой и групповой скорости, квазимонохроматическая волна, волновой пакет, спектр сигнала. Корпускулярные свойства света. 1.2 Опытные факты, подтверждающие корпускулярные свойства. Представление световой волны как фотонного коллектива. Свойства фотонов.	Подготовка к ЛР	19
2	Раздел 2. Физические основы квантово-механических представлений о поле и веществе. Основные постулаты квантовой механики. Операторы энергии и импульса, собственные значения и собственные функции операторов. Состояние квантово-механической системы. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор, потенциальные ямы и барьеры, квантование энергии. Квантование момента импульса, квантовые числа.	Подготовка к ЛР. Повторение теории Бора.	28
3	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом. Строение вещества в квантово-механическом представлении. Квантово-механическое представление о веществе. Уровни энергии атомов и молекул. Способы возбуждения. Неупругие столкновения атомов и молекул. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитной волной. Инверсия населенностей. Законы распределения частиц. Понятие теории возмущений. Коэффициенты Эйнштейна. Уширении линии люминесценции.	Подготовка к ЛР. Повторение квантовой оптики.	19
4	Раздел 4. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Инверсные среды. Способы создания инверсии в газообразных, аморфных, кристаллических и полупроводниковых структурах. Усиливающие среды. Генераторы излучения.	Подготовка к ЛР. Повторение ширины спектральных линий	10
Всего за 7 семестр			76

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7			ТекК			ТекК			ТекК				ТекК				ТекК

Условные обозначения:

- ТекК – вопросы для текущего контроля.

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Лентовский. . Физические основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
2. В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
3. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Информационно-измерительные и управляющие системы.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jsruil/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Dr.Web Desktop Security Suite;
2. Viewer AutoDesk.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Установка для лабораторных работ по "Волновая и квантовая оптика";
2. Dr.Web Desktop Security Suite;
3. Viewer AutoDesk.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** является дисциплиной **вариативной части блока 1** программы подготовки по направлению **12.03.02 Оптотехника**. Дисциплина реализуется на факультете **И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ"** им. Д.Ф. Устинова кафедрой **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
**ОГК-1** способность применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с квантовой механикой и квантовой электроникой и является логическим продолжением дисциплин: Физика, Оптическая физика, Прикладная оптика и служит основой для освоения дисциплин: Приборы квантовой электроники, Специальные изделия лучевой энергетики, Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны, границы классических представлений о веществе. Основные свойства электромагнитных волн. 1.1. Уравнения Максвелла, понятие плоской монохроматической волны. Понятие фазовой и групповой скорости, квазимонохроматическая волна, волновой пакет, спектр сигнала. Корпускулярные свойства света. 1.2 Опытные факты, подтверждающие корпускулярные свойства. Представление световой волны как фотонного коллектива. Свойства фотонов.</b>		
Подготовка к ЛР	В. В. Лентовский. . Физические основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-2)	19
Итого по разделу 1		19
<b>Раздел 2. Физические основы квантово-механических представлений о поле и веществе. Основные постулаты квантовой механики. Операторы энергии и импульса, собственные значения и собственные функции операторов. Состояние квантово-механической системы. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор, потенциальные ямы и барьеры, квантование энергии. Квантование момента импульса, квантовые числа.</b>		
Подготовка к ЛР. Повторение теории Бора.	Е. Г. Бородин, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3)	28
Итого по разделу 2		28
<b>Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом. Строение вещества в квантово-механическом представлении. Квантово-механическое представление о веществе. Уровни энергии атомов и молекул. Способы возбуждения. Неупругие столкновения атомов и молекул. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитной волной. Инверсия населенностей. Законы распределения частиц. Понятие теории возмущений. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение линии люминесценции.</b>		
Подготовка к ЛР. Повторение квантовой оптики.	В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (5-7) Е. Г. Бородин, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3.7-3.10)	19
Итого по разделу 3		19
<b>Раздел 4. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Инверсные среды. Способы создания инверсии в газообразных, аморфных, кристаллических и полупроводниковых структурах. Усиливающие среды. Генераторы излучения.</b>		
Подготовка к ЛР. Повторение ширина спектральных линий	В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (7-9) Е. Г. Бородин, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3.13-3.14)	10



## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- вопросы для текущего контроля;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Вопросы для текущего контроля

Вопросы для допуска и защиты лабораторных работ

#### Экзамен

Вопросы экзаменационных билетов:

1. Уравнение электромагнитной волны.
2. Свойства электромагнитных волн
3. Распространение электромагнитной волны в веществе
4. Спектр электромагнитной волны
5. Фазовая и групповая скорости
6. Корпускулярно волновой дуализм электромагнитного излучения.
7. Основные опытные факты корпускулярно-волнового дуализма
8. Волновая функция свободной частицы.
9. Принцип неопределенности и соотношение неопределенности
10. Основные положения квантовой механики
11. Операторы квантовой механики
12. Свойства операторов квантовой механики
13. Оператор импульса
14. Оператор энергии
15. Свойство коммутации операторов
12. Уравнение Шредингера.
13. Стационарное уравнение Шредингера
14. Примеры нахождения собственных функций и собственных значений операторов
15. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме.
16. Квантование энергии
17. Классические модели атома.
18. Квантовые числа.
19. Постулаты Бора.
20. Оператор момента импульса
21. Энергетические состояния атомов и молекул
22. Квантовые переходы.
23. Теория возмущений
24. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитной волной
25. Резонансное поглощение
26. Вынужденное излучение
27. Физический смысл коэффициентов Эйнштейна
28. Уширение спектральных линий
29. Генерация и усиление электромагнитного излучения
30. Двух и трех - уровневые схемы активной сред.

Два вопроса в билете. Два правильных ответа - "отлично", два ответа с мелкими ошибками - "хорошо", один ответ - "удовлетворительно".

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1	
4	7	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны, границы классических представлений о веществе. Основные свойства электромагнитных волн. 1.1. Уравнения Максвелла, понятие плоской монохроматической волны. Понятие фазовой и групповой скорости, квазимонохроматическая волна, волновой пакет, спектр сигнала. 1.2 Опытные факты, подтверждающие корпускулярные свойства. Представление световой волны как фотонного коллектива. Свойства фотонов.	35	16	8	8	19	30	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Физические основы квантово-механических представлений о поле и веществе. Основные постулаты квантовой механики. Операторы энергии и импульса, собственные значения и собственные функции операторов. Состояние квантово-механической системы. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор, потенциальные ямы и барьеры, квантование энергии. Квантование момента импульса, квантовые числа.	44	16	8	8	28	20	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом. Строение вещества в квантово-механическом представлении. Квантово-механическое представление о веществе. Уровни энергии атомов и молекул. Способы возбуждения. Неупругие столкновения атомов и молекул. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитной волной. Инверсия населенностей. Законы распределения частиц. Понятие теории возмущений. Коэффициенты Эйнштейна. Уширении линии люминесценции.	37	18	9	9	19	25	Вопросы для текущего контроля

4	7	Раздел 4. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Инверсные среды. Способы создания инверсии в газообразных, аморфных, кристаллических и полупроводниковых структурах. Усиливающие среды. Генераторы излучения.	28	18	9	9	10	25	Вопросы для текущего контроля
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	