

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по учебной работе

М.Т. Решетников  
\_\_\_\_\_ 2008 г.

### **Рабочая программа**

по дисциплине «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ И ОПТИЧЕСКОЙ  
ЭЛЕКТРОНИКИ» для студентов направления подготовки бакалавров 200600  
- ФОТОНИКА И ОПТОИНФОРМАТИКА

Факультет электронной техники  
Профилирующая кафедра Электронных приборов  
Курс – третий  
Семестр – шестой

Учебный план набора 2005 года и последующих лет

#### **Распределение учебного времени:**

Лекции	43 часа (ауд.)
Практические занятия	17 часов (ауд.)

<b>Всего аудиторных занятий</b>	<b>60 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>30 часов</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>90 часов</b>

Экзамен	шестой семестр
---------	----------------

Рабочая программа составлена с учетом требований Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для направления подготовки бакалавров 200600 - ФОТОНИКА И ОПТОИНФОРМАТИКА, утвержденного 05.12.2005 г.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭП, протокол № \_\_\_ от «\_»\_\_\_\_\_ 2008 года.

Разработчик,  
профессор кафедры ЭП

С.М. Шандаров

Зав. профилирующей  
кафедрой ЭП, профессор

С.М. Шандаров

Рабочая программа согласована с деканатом факультета электронной техники и соответствует «Государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки бакалавров по направлению 200600 - ФОТОНИКА И ОПТОИНФОРМАТИКА

Декан ФЭТ,  
доц.

В.М. Герасимов.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в формировании у студентов представлений о фундаментальных основах квантовой и оптической электроники, которая является важным компонентом блока специальных дисциплин подготовки бакалавров по направлению 200600 - ФОТОНИКА И ОПТОИНФОРМАТИКА.

Задачи дисциплины заключаются в следующем:

- изучение и освоение студентами современных подходов и методов, используемых для анализа и описания явлений квантовой и оптической электроники;
- изучение базовых принципов квантовой и оптической электроники;
- изучение основных принципов построения и реализации устройств квантовой и оптической электроники, рассмотрение примеров конкретных устройств, технологических подходов к их изготовлению и использованию в технических приложениях.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен

*знать:*

- фундаментальные принципы квантовой и оптической электроники;
- основные линейные и нелинейные явления квантовой и оптической электроники и методы их описания;
- принципы функционирования квантовых и оптоэлектронных приборов и систем;

*владеть:*

- современными подходами и методами анализа и описания линейных и нелинейных эффектов квантовой и оптической электроники.

Изучение дисциплины «Физические основы квантовой и оптической электроники» базируется на материале естественно-научных дисциплин «Математика», «Физика», «Оптическая физика», «Физика твердого тела», «Методы математической физики», общепрофессиональной дисциплины «Основы фотоники» и представляет собой базу для изучения специальных дисциплин, таких как «Приборы квантовой и электроники и фотоники», «Компьютерное моделирование и проектирование оптических систем», «Технология приборов оптической электроники и фотоники», «Голографические методы в фотонике и оптоинформатике», «Когерентная и нелинейная оптика», «Взаимодействие оптического излучения с веществом», «Распространение лазерных пучков», и др.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Всего часов</i>	<i>Семестры</i>		
		шестой		
Общая трудоемкость дисциплины	90	90		
Аудиторные занятия	60	60		
Лекции	43	43		
Практические занятия (ПЗ)	17	17		
Семинары (С)				
Лабораторные работы (ЛР)				
и(или) другие виды аудиторных занятий				
Самостоятельная работа	30	30		
Курсовой проект (работа)				
Расчетно-графические работы				
Реферат				
и(или) другие виды самостоятельной работы				
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Экзамен	Экзамен		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

<b>№ п/п</b>	<b>Разделы дисциплины</b>	<b>Лекции (час)</b>	<b>Пр. зан.</b>	<b>Лаб. раб.</b>
1	Принцип квантового усиления электромагнитных волн	2		
2	Электромагнитное излучение оптического диапазона	4	2	
3	Квантовые ансамбли и процессы релаксации	2	2	
4	Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	4	2	
5	Общие вопросы построения лазеров	3	2	
6	Твердотельные лазеры	5	2	
7	Газовые и жидкостные лазеры	4		
8	Полупроводниковые лазеры	3		
9	Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики	2		
10	Планарные волноводы	5	4	
11	Полосковые волноводы	2		

12	Нелинейно-оптические эффекты	4	3	
13	Модуляция, передача и обработка оптического излучения	3		

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1. Введение. Принцип квантового усиления электромагнитных волн

Предмет дисциплины и ее задачи. Связь дисциплины с другими разделами физики и электроники. Принцип квантового усиления электромагнитных волн.

### 4.2.2. Описание электромагнитного излучения оптического диапазона

Уравнения Максвелла в дифференциальной форме, материальные уравнения и граничные условия. Волновое уравнение для немагнитной безграничной среды. Одномерное волновое уравнение, плоские скалярные волны, гармонические волны. Плоская волна, распространяющаяся в произвольном направлении. Электромагнитные плоские волны. Поляризация плоских электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля, вектор Пойнтинга. Распространение волновых пакетов, групповая скорость.

### 4.2.3. Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации

Термостатированный ансамбль. Безизлучательные переходы. Описание релаксации. Общие уравнения для матрицы плотности.

### 4.2.4. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Электрические и магнитные дипольные моменты и энергия взаимодействия микрочастиц с внешним полем. Двухуровневая система частиц во внешнем поле: основные уравнения; вероятности индуцированных переходов. Анализ поглощения электромагнитного поля двухуровневой системой, эффект насыщения. Спонтанные переходы. Балансные уравнения.

### 4.2.5. Общие вопросы построения лазеров

Особенности оптического диапазона. Элементарная теория открытых оптических резонаторов. Добротность резонаторов. Волновая теория открытых резонаторов. Классификация оптических резонаторов. Селекция типов колебаний в оптических резонаторах. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий.

### 4.2.6. Твердотельные лазеры

Схемы накачки твердотельных лазеров. Системы накачки. Балансные уравнения и режим непрерывной генерации в твердотельных лазерах. Режим свободной генерации. Лазеры с модуляцией добротности резонатора. Синхронизация продольных мод и генерация ультракоротких импульсов.

### 4.2.7. Газовые и жидкостные лазеры

Особенности газов как активного вещества для лазеров. Механизмы возбуждения газоразрядных лазеров. Атомарный гелий-неоновый лазер. Ионный аргоновый лазер. Молекулярный лазер на углекислом газе.

#### **4.2.8. Полупроводниковые лазеры**

Оптические свойства полупроводников. Полупроводниковые лазеры с оптической накачкой. Возбуждение полупроводников быстрыми электронами. Гетероструктуры для инжекционных лазеров. Инжекционные лазеры на гомопереходах и гетеропереходах.

#### **4.2.9. Физические принципы интегральной оптоэлектроники и волоконной оптики**

Волноводное распространение света в диэлектрических структурах, призмный ввод излучения, электрооптическая и акустооптическая модуляция, интегральные фотоприемные устройства, интегральные инжекционные гетеролазеры.

#### **4.2.10. Планарные волноводы**

Классификация оптических волноводов. Геометрическая оптика планарных волноводов: классификация мод, волноводные моды пленочных структур, дисперсионное уравнение, эффективная толщина, градиентные волноводы. Электромагнитная теория планарных волноводов: волновые уравнения для пленочных и градиентных структур, ТЕ- и ТМ-моды, распределение полей, ортогональность мод, эффективная толщина.

#### **4.2.11. Полосковые волноводы**

Типы полосковых волноводов и технология изготовления. Метод эффективного показателя преломления. Моды полосковых волноводов.

#### **4.2.12. Нелинейно-оптические эффекты**

Нелинейный отклик среды, самовоздействие света. Самофокусировка и пространственные солитоны. Нелинейные явления второго порядка: общая методология, нелинейная поляризация, условия фазового синхронизма. Генерация гармоник, волн суммарных и разностных частот; параметрическая генерация. Четырехволновые смещения и обращение волнового фронта. Вынужденное комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.

#### **4.2.13. Модуляция, передача и обработка оптического излучения**

Описание электрооптического и фотоупругого эффектов. Электрооптическая модуляция оптического излучения. Акустооптические модуляторы и дефлекторы. Оптическая и акустооптическая обработка информации. Динамическая голография.

### **5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ И ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.**

#### **5.1. Практические занятия**

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Темы практических занятий</i>
1	2	Уравнения Максвелла. Плоские электромагнитные волны.
2	3	Термостатированный ансамбль. Процессы релаксации.
3	4	Балансные уравнения.
4	5	Резонаторы Фабри-Перо. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий.
5	6	Лазеры с модулированной добротностью резонатора. Лазеры с синхронизацией продольных мод.

6, 7	10	Волновые уравнения для пленочных планарных волноводов. Распределение полей в волноводной моде. Дисперсионное уравнение.
8	12	Генерация второй гармоники. Условия синхронизма.

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Рекомендуемая литература**

#### *а) основная литература*

1. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника: Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 2002.
2. Калитиевский Н.И. Волновая оптика: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2006.
3. Дмитриев В.Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта. – М.: Физматлит, 2003.

#### *б) дополнительная литература*

1. Коваленко Е.С., Пуцговкин А.В., Тихомиров А.А. Введение в квантовую электронику. - Томск: Изд-во ТГУ, 1974.
2. Байбородин Ю.В. Основы лазерной техники - Киев.: Высш. шк., 1988.
3. Интегральная оптика / Под ред. Т. Тамира. – М.: Мир, 1978.
4. Клэр Ж. Введение в интегральную оптику. - М.: Сов. радио, 1980.
5. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах. - М.: Мир, 1987.
6. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики. – М.: Наука, 1989.
7. Волноводная оптоэлектроника / Под ред. Т. Тамира. – М.: Мир, 1991.
8. Семенов А.С., Смирнов В.А., Шмалько А.В. Интегральная оптика для систем передачи и обработки информации. – М.: Высш. шк., 1999.
9. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. – Томск: Издательство ТУСУР, 2007.
10. Взаимодействие световых волн на отражательных голографических решетках в кубических фоторефрактивных кристаллах (сб. статей под ред. С.М. Шандарова и А.Л. Толстика). – Томск: Издательство ТУСУР, 2007.

## 7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 7.1. Организация самостоятельной работы.

Тема	Часы	Форма отчетности
Изучение разделов теоретической части курса	20	Контрольные работы в течение семестра
Подготовка к практическим занятиям	10	Решенные задачи на практических занятиях

### 7.2. Применение рейтинговой системы.

7.2.1. За успешное решение всех задач в установленные сроки на практических занятиях студенты получают 36 баллов, за каждую из 3-х контрольных работ – до 22 баллов, за регулярное посещение лекций и успешные ответы на контрольные вопросы – до 10 поощрительных баллов и за участие в ГПО, НИРС, научных конференциях и семинарах кафедры по тематике курса – до 8 поощрительных баллов.

7.2.2. Решение не менее половины всех задач на практических занятиях и набор не менее 60 баллов являются обязательными условиями для допуска к экзамену.

По результатам текущего рейтинга к началу сессии формируется возможная оценка по дисциплине. Для получения соответствующей оценки без экзамена необходимо набрать рейтинговые баллы в следующем количестве:

100 – 120 баллов – отлично

80 – 99 баллов - хорошо

Для студентов, набравших к концу семестра менее 80 баллов, сдача экзамена является обязательной.