Контрольный экземпляр – РЧ и КТ 877

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение
по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь
_____ А.И. Жук
07.03.2012
Регистрационный № ТД-___/тип.
№ ТД-Р. 386/тип.

КВАНТОВАЯ РАДИОФИЗИКА И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

Типовая учебная программа
для учреждений высшего образования по специальности:
1-98 01 01 Компьютерная безопасность (по направлениям),
направлениюспециальности 1-98 01 01-02 Компьютерная безопасность
(радиофизические методы и программно-технические средства)

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию
_____ А. Л. Толстик
2.06.2011

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего и среднего специального образования Министерства образования Республики Беларусь
_____ Ю. И. Миксюк
20.02.2012

СОГЛАСОВАНО

Проректор по учебной и воспитательной работе Государственного учреждения образования «Республиканский институт высшей школы»
_____ В. И. Шупляк
26.01.2012

Эксперт-нормоконтролер
_____ С. М. Артемьева
26.01.2012

Минск 2012

СОСТАВИТЕЛИ:

Е. Д. Карих, доцент кафедры квантовой радиофизики и оптоэлектроники Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра лазерной техники и технологии Белорусского национального технического университета

А. Л. Гурский, заведующий кафедрой метрологии и стандартизации Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор физико-математических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой квантовой радиофизики и оптоэлектроники Белорусского государственного университета
(протокол № 9 от 12 апреля 2011 года)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 4 от 31 мая 2011 года)

Научно-методическим советом по компьютерной безопасности учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию
(протокол № 9 от 22.06.2011 г.)

Ответственный за редакцию: Е. Д. Карих

Ответственный за выпуск: Е. Д. Карих

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа «Квантовая радиофизика и оптоэлектроника» разработана для студентов специальности 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)» (направление специальности 1-98 01 01-02 «Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства)») в соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)».

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков, необходимых для специалистов радиофизиков, работающих в областях, связанных с компьютерной наукой, техникой и информационными технологиями.

Основная задача дисциплины – ознакомить студентов с физическими процессами, лежащими в основе информационных операций с фотонными и электронными коллективами, принципами генерации электромагнитных колебаний в широком диапазоне частот, дать навыки практического применения методов и элементов квантовой радиофизики и оптоэлектроники.

Для освоения дисциплины необходимо:
– изучить основные физические явления, лежащие в основе методов генерации и приема оптического излучения, транспортировки, преобразования и модуляции света, оптических методов хранения и отображения информации;
– получить знания о принципах построения элементов и систем квантовой радиофизики и оптоэлектроники;
– приобрести практические навыки применения полученных знаний для решения прикладных задач в области квантовой радиофизики, оптоэлектроники и информационных технологий.

Основными методами и технологиями обучения, отвечающими целям и задачам изучения дисциплины «Квантовая радиофизика и оптоэлектроника», являются:
– принцип проблемного изложения, реализуемый на лекционных занятиях;
– преподавание с использованием мультимедийной техники и прикладных компьютерных программ;
– включение элементов учебно-исследовательской деятельности в процесс лабораторных занятий;
– стимулирование творческого подхода при организации учебной работы студентов.

Для контроля качества обучения используются следующие средства диагностики: опрос во время занятий, контроль результатов самостоятельной работы по тематике лабораторного практикума, устный экзамен.

Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения учебной и научной литературы в библиотеке, пользования сетевыми источниками информации и работы в компьютерных классах во внеаудиторное время.

Материал рассчитан на студентов старших курсов и опирается на сведения, полученные ими ранее в курсах «Электричество», «Оптика», «Квантовая механика», «Физические основы хранения и обработки информации».

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– теоретические основы взаимодействия излучения с веществом;

– основные физические процессы, связанные с генерацией и усилением, распространением и приемом оптических сигналов;

– устройство и принципы работы квантовых генераторов и усилителей;

уметь:

– разрабатывать физические и математические модели оптоэлектронных и квантовомеханических процессов и устройств;

– проводить теоретические и экспериментальные исследования физических процессов, связанных с генерацией, распространением, усилением и приемом электромагнитных колебаний в широком частотном диапазоне.

Объем дисциплины составляет 124 учебных часа, в том числе 56 аудиторных часов, из них лекции – 34 часа, лабораторные работы – 22 часа.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование раздела, темы	Лекции	Лаб. занятия	Всего
1.	Введение	1		1
2.	Физические основы взаимодействия излучения с веществом	3	6	9
3.	Методы приема оптического излучения. Основные типы фотодетекторов	4	8	12
4.	Принципы волоконной и интегральной оптики	4		4
5.	Методы управления оптическим излучением	4	8	12
6.	Оптические методы хранения и отображения информации	2		2
7.	Источники когерентного излучения радио- и оптического диапазонов	8		8
8.	Управление режимами лазерной генерации и преобразование лазерного излучения	7		7
9.	Современные тенденции развития квантовой радиофизики и оптоэлектроники	1		1
	Всего	34	22	56

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. *Введение.* Предмет курса. краткий очерк истории. терминология.

2. *Физические основы взаимодействия излучения с веществом.* Волновое представление светового поля. Плотность состояний поля. Квантование энергии поля: переход к фотонному представлению. Условие классичности. Когерентность волн и статистика фотонов. Излучение в квантовых системах. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Тепловое излучение и люминесценция. Инверсная населенность уровней. Понятие отрицательной температуры. Оптическое усиление и суперлюминесценция. Лазерная генерация. Свойства лазерного излучения.

3. *Методы приема оптического излучения. Основные типы фотодетекторов.* Прямое фотодетектирование: токовый режим и режим счета фотонов. Когерентный прием излучения. Классификация приемников излучения. Фоторезистор. Фотодетектирование в структуре с *p–n*-переходом. *Pin*-фотодиод. Гетерофотодиод. Фотодиод с барьером Шоттки. Лавинный фотодиод. Твердотельные детекторы изображений. Основные параметры и характеристики фотодетекторов.

4. *Принципы волоконной и интегральной оптики.* Оптические передающие среды: оптические волокна, плоские и полосковые оптические волноводы. Распространение света в оптическом волокне. Числовая апертура. Модовая структура излучения. Теорема Лиувилля. Оптическое туннелирование. Оптические потери и дисперсионные свойства волокна. Элементы ввода и вывода излучения. Модовый шум. Нелинейные явления в оптическом волокне. Лазеры на активированных оптических волокнах.

5. *Методы управления оптическим излучением.* Классификация операций управления. Основные физические явления, используемые для модуляции света: электро- магнито- и акустооптические эффекты. Элементы управления оптическим излучением: модуляторы, переключатели, дефлекторы, устройства сдвига частоты, оптические фильтры и изоляторы. Электрооптические эффекты в жидких кристаллах: эффект динамического рассеяния, твист-эффект, эффект «гость – хозяин».

6. *Оптические методы хранения и отображения информации.* Физические явления и среды, используемые для построения систем постоянной и оперативной оптической памяти. Голографическая запись информации. Принципы построения систем визуального отображения информации.

7. *Источники когерентного излучения радио- и оптического диапазонов.* Модели активных сред: 2-х, 3-х и 4-х уровневые схемы генерации. Квантовые генераторы радиодиапазона (мазеры). Открытые оптические резонаторы. Потери, добротность и время жизни фотонов в резонаторе. Собственные типы колебаний открытого оптического резонатора. Устойчивость резонатора. Полупроводниковые источники излучения. Излучение в гетероструктурах. Суперлюминесцентные излучатели. Оптические квантовые усилители. Полупроводниковые инжекционные лазеры. Твердотельные лазеры. Жидкостные лазеры. Газовые лазеры и лазеры на парах металлов. Лазеры других типов.

8. *Управление режимами лазерной генерации и преобразование лазерного излучения.* Селекция мод в лазерах. Переходные процессы и режим стационарной генерации в одномодовом лазере. Внутренняя модуляция излучения в полупроводниковых инжекционных лазерах. Синхронизация мод. Генерация гигантских световых импульсов. Нелинейные явления при взаимодействии лазерного излучения с веществом: генерация второй гармоники и параметрическая генерация.

9. *Современные тенденции развития квантовой радиофизики и оптоэлектроники.*

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. *Карих, Е. Д.* Оптоэлектроника / Е. Д. Карих. Мн.: БГУ, 2000. 263 с.
2. *Манак И. С.* Квантовая радиофизика / И. С. Манак, Е. Д. Карих. Мн.: БГУ, 2009. 383 с.
3. *Звелто, О.* Принципы лазеров / О. Звелто. М.: Мир, 1990. 520 с.
4. *Пихтин, А. Н.* Оптическая и квантовая электроника / А. Н. Пихтин. М.: Высшая школа, 2001. 573 с.
5. *Карих, Е. Д.* Оптоэлектроника: практикум / Е. Д. Карих, А. А. Афоненко. Мн.: БГУ, 2005. 120 с.
6. *Манак, И. С.* Квантовая радиофизика: практикум / И. С. Манак, Е. Д. Карих, В. В. Жуковский. Мн.: БГУ, 2007. 175 с.

Дополнительная литература

7. *Смирнов, А.Г.* Квантовая электроника и оптоэлектроника / А. Г. Смирнов. Мн.: Вышэйшая школа, 1987. 196 с.
8. *Курбатов, Л. Н.* Оптоэлектроника видимого и инфракрасного диапазонов спектра / Л. Н. Курбатов. М.: МФТИ, 1999. 320 с.
9. *Слепов, Н. Н.* Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. М.: Высшая школа, 2001. 573 с.

Примерный перечень лабораторных работ:

1. Изучение принципов генерации и свойств лазерного излучения.
2. Исследование сигнальных и шумовых характеристик ЛФД.
3. Исследование электрооптического модулятора света на основе эффекта Поккельса.