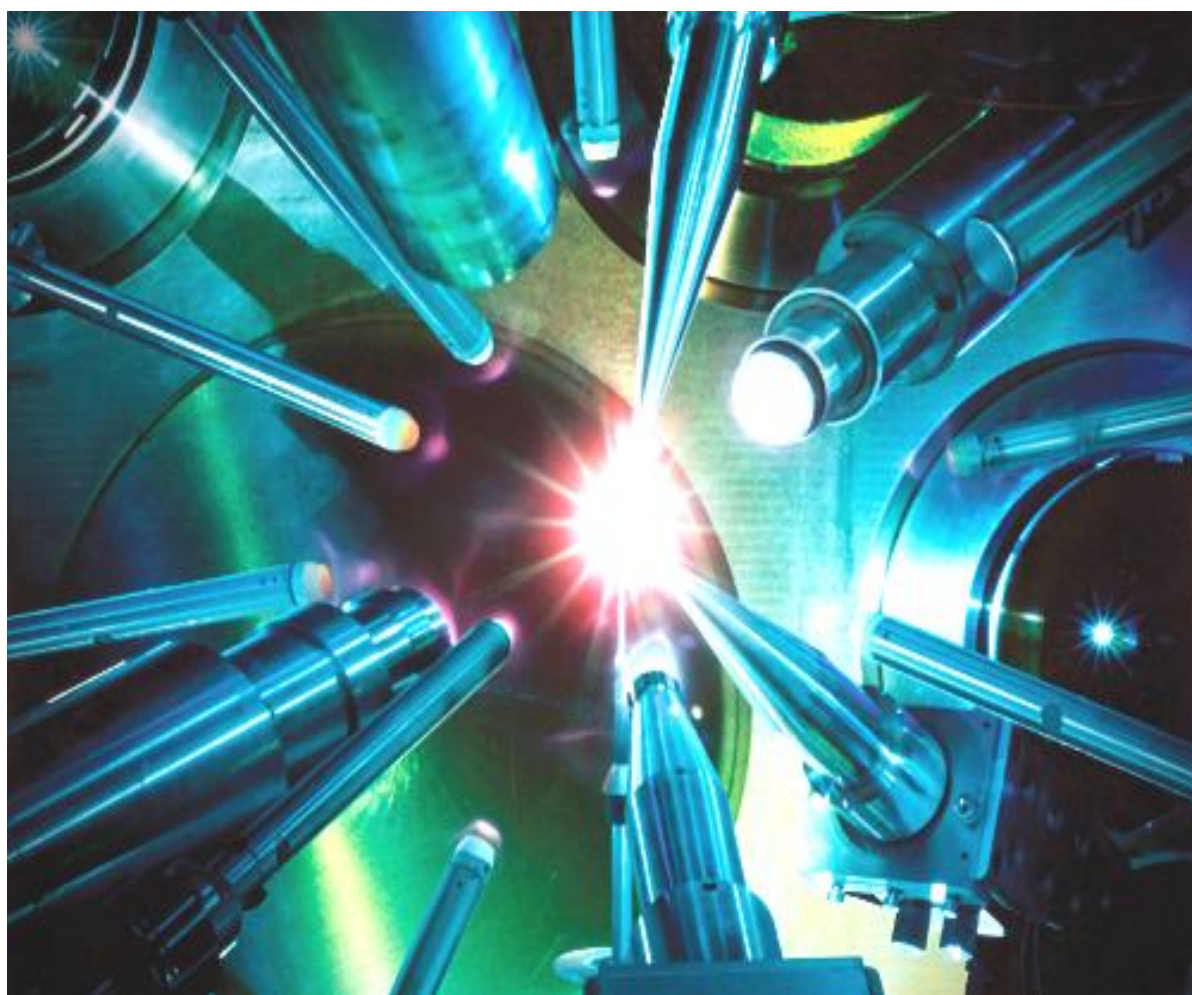


В. И. Светцов

# ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Учебное пособие



Иваново

2010

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ивановский государственный химико-технологический  
университет

В. И. Светцов

## ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Учебное пособие

2-е издание, исправленное и дополненное

Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология монокристаллов, материалов и изделий электронной техники»

Иваново 2010

УДК 621.38

Светцов, В.И. Оптическая и квантовая электроника: учеб. пособие / В. И. Светцов; Иван. гос. хим.-техн. ун-т; - 2-е изд., исправл. и доп. - Иваново, 2010. 196 с. ISBN 978-5-9616-0386-6

Учебное пособие подготовлено на основе курсов лекций "Физическая электроника и электронные приборы", "Оптическая и квантовая электроника", читаемых автором студентам специальности «Химическая технология материалов и изделий электронной техники» и направления «Электроника и микроэлектроника» и содержит полное изложение материала по дисциплине «Оптическая и квантовая электроника». Оно включает две сравнительно независимых главы, каждая из которых сопровождается контрольными вопросами и набором заданий и задач для практических занятий и самостоятельной работы.

Предназначено для студентов специальностей «Микроэлектроника и твердотельная электроника» и «Химическая технология монокристаллов, материалов и изделий электронной техники».

Табл. 5. Ил. 100. Библиогр. 9 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор В.Е. Мизонов (Ивановский государственный энергетический университет);

доктор химических наук, профессор Г.В. Гиричев (Ивановский государственный химико-технологический университет);

ISBN 978-5-9616-0386-6

© Светцов В.И., 2010

© Ивановский государственный  
химико-технологический  
университет, 2010

## Содержание

Предисловие	3
<b>Глава 1. Основы квантовой электроники</b>	<b>4</b>
1.1. Этапы и перспективы развития квантовой электроники	4
1.2. Физические основы взаимодействия излучения с веществом	6
1.3. Устройство и принципы работы лазеров	14
1.3.1. Рабочее вещество	15
1.3.2. Создание инверсии	15
1.3.3. Условия создания инверсной населенности	17
1.3.4. Двухуровневая система	17
1.3.5. Трехуровневая система	18
1.3.6. Четырехуровневая система	20
1.3.7. Оптические резонаторы	22
1.3.8. Условия самовозбуждения и насыщения усиления	26
1.3.9. Импульсная генерация, модуляция добротности и синхронизация мод	28
1.4. Свойства лазерного излучения	31
1.4.1. Монохроматичность	31
1.4.2. Когерентность	34
1.4.3. Поляризация излучения	36
1.4.4. Направленность и возможность фокусирования излучения	37
1.4.5. Яркость и мощность излучения	38
1.5. Типы лазеров	39
1.5.1. Твердотельные лазеры	39
1.5.2. Рубиновый лазер	41
1.5.3. Неодимовый стеклянный лазер	43
1.5.4. Nd-ИАГ лазеры	44
1.5.5. Волоконные лазеры	46
1.5.6. Газовые лазеры	55
1.5.7. Атомные лазеры.	56
1.5.8. Лазеры на парах металлов	58
1.5.9. Ионные лазеры	63
1.5.10. Молекулярные лазеры	66
1.5.11. Эксимерные лазеры	68
1.5.12. Газовые лазеры в инфракрасной области спектра	71
1.5.13. Химические лазеры	77

1.15.14. Газодинамические лазеры	82
1.15.15. Электроионизационные лазеры	84
1.15.16. Полупроводниковые лазеры	85
1.15.17. Жидкостные лазеры	90
Контрольные вопросы	92
Задачи для практических занятий и самостоятельной работы	95
<b>Глава 2. Основы оптоэлектроники</b>	<b>98</b>
2.1. Этапы и перспективы развития физической электроники	98
2.2. Источники излучения для оптоэлектроники	101
2.3. Фотоэлектронные приемники излучения	109
2.4. Модуляция лазерного излучения	122
2.5. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)	129
2.5.1. Элементная база ВОЛС	130
2.5.2. Классификация ВОЛС	139
2.6. Оптические методы запоминания и хранения информации	141
2.6.1. Оптические (лазерные) диски	141
2.6.2. Голографические системы хранения и обработки информации	145
2.7. Системы отображения информации	149
2.7.1. Особенности зрительного восприятия информации	149
2.7.2. Физические эффекты, используемые для отображения информации	152
2.7.3. Электронно-лучевые трубки	153
2.7.4. Проекционные ЭЛТ и системы	156
2.7.5. Плазменные дисплеи	157
2.7.6. Жидкокристаллические индикаторы	163
2.7.7. Жидкокристаллические индикаторные панели	170
2.7.8. Электролюминесцентные индикаторы	175
2.7.9. Дисплеи с полевой (автоэлектронной) эмиссией	178
2.7.10. Отражающие дисплеи (электронная бумага)	180
2.7.11. Системы отображения информации на основе полупроводниковых светодиодов	185
2.8. Контрольные вопросы	190
2.9. Задачи для практических занятий и самостоятельной работы	192
Рекомендуемая литература	193
Содержание	194

Учебное издание

Светцов Владимир Иванович

## ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Учебное пособие

Редактор В.Л. Родичева

Подписано в печать 26.11..2010. Формат 60х64<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага писчая. Усл.печ.л. 11,39. Уч.-изд.л. 12,64.

Тираж 100 экз. Заказ

ГОУ ВПО Ивановский государственный  
химико-технологический университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании  
кафедры экономики и финансов ГОУ ВПО «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7