

ББК 22.37
Г24
УДК 539.21

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ, протокол № от 17.02.2017 г.

Головкина, М.В. Физические основы нанотехнологий, фотоники и оптоинформатики: учебное пособие / М.В. Головкина. –Самара: ПГУТИ, 2017. -140 с.

Книга представляет собой учебное пособие по дисциплине «Физические основы нанотехнологий, фотоники и оптоинформатики», рассматривающий основные явления, принципы и экспериментальные достижения нанофотоники. В книге на высоком физико – математическом уровне описываются вопросы распространения и взаимодействия света в пространственно – ограниченных наноструктурах, рассматриваются свойства различных наноструктурированных материалов, а также вопросы их практического использования.

Учебное пособие рассчитано на магистрантов первого года обучения направления 12.04.03 "Фотоника и оптоинформатика" и разработано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика (уровень магистратуры) от 30.11.2014.

Для магистрантов, аспирантов, изучающих вопросы оптической связи, а также для инженерно-технических работников.

© Головкина М.В., 2017

Содержание

Введение.....	8
---------------	---

Глава 1. Особенности физических взаимодействий в наномасштабах. Квантовая механика нанообъектов

1.1. Особенности физических взаимодействий в наномасштабах	9
1.2. Описание движения наночастиц. Уравнение Шредингера	13
1.3. Собственные функции, собственные значения ..	20
Выводы по теме.....	22
Вопросы и задания для самоконтроля	22

Глава 2. Квантование энергии. Наночастица в одномерной потенциальной яме

2.1. Собственные функции, собственные значения ..	23
2.2. Наночастица в одномерной потенциальной яме ..	23
2.3. Частица в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.....	24
2.4. Локализация электронов в простейших наноструктурах (размерное квантование)	29
2.5. Потенциальный барьер. Туннельный эффект	31
2.6. Применение туннельного эффекта в современных приборах.....	31
Выводы по теме.....	35
Вопросы и задания для самоконтроля	35

Глава 3. Тема 3. Квантово – размерные эффекты. Квантовый кон-файнмент

3.1. Плотность состояний.....	37
3.2. Типы квантоворазмерных структур	44
Выводы по теме.....	50
Вопросы и задания для самоконтроля	50
Глава 4. Электроны в периодических структурах и квантовый конфайнмент. Блоховские волны	
4.1. Дисперсионное уравнение.....	52
4. 2. Электроны в периодических структурах. Теорема Блоха. Зоны Бриллюэна.....	53
4.3. Электрон в периодическом поле кристалла. Эффек- тивная масса	59
Выводы по теме.....	63
Вопросы и задания для самоконтроля	63
Глава 5. Квазичастицы	
5.1. Квазичастицы	64
5.2. Дырки	65
5.3. Фононы.....	66
5.4. Экситоны.....	69
Выводы по теме.....	75
Вопросы и задания для самоконтроля	76
Глава 6. Рассеяние	
6.1. Виды рассеяния	77
6.2. Рэлеевское рассеяние.....	78
6.3. Рассеяние Ми.....	80
6.4. Рассеяние Мадельштама-Бриллюэна	81
6.5. Комбинационное (рамановское) рассеяние	82
6.6. Расчет параметров рассеяния	84
Выводы по теме.....	86
Вопросы и задания для самоконтроля	87

Глава 7. Фотонные кристаллы	
7.1. Классификация фотонных кристаллов.....	88
7.2. Дисперсионное уравнение для одномерных фотонных кристаллов.....	96
7.3. Применение фотонных кристаллов	101
Выводы по теме.....	103
Вопросы и задания для самоконтроля	103
Глава 8. Нелинейно –оптические эффекты	
8.1. Условия возникновения нелинейных оптических эффектов	104
8.2. Генерация второй гармоники и условие фазового синхронизма	106
8.3. Параметрическое преобразование и параметрические генераторы света.....	108
8.4. Четырехволновое смешивание	110
Выводы по теме.....	115
Вопросы и задания для самоконтроля	115
Глава 9. Применение фотонных кристаллов и гетероструктур	
9.1. Квантовые микрорезонаторы	116
9.2. Гетероструктуры с квантовыми ямами	124
Выводы по теме.....	127
Вопросы и задания для самоконтроля	127
Ответы на вопросы и задания для самоконтроля	128
Список литературы	133
Глоссарий	137