

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Е.В. БАКЛАНОВ

# ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

НОВОСИБИРСК  
2011

УДК 535:621.373.826(075.8)

Б 194

Рецензенты:

*В.А. Орлов*, д-р физ.-мат. наук, зав. лабораторией ИЛФ СО РАН;

*П.В. Покасов*, канд. физ.-мат. наук, уч. секретарь ИЛФ СО РАН;

*А.К. Дмитриев*, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Бакланов Е.В.**

Б 194 Основы лазерной физики : учебник / Е.В. Бакланов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. – 131 с. (Серия «Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-1606-8

В учебник включены разделы лазерной физики, знание которых необходимо при использовании лазеров во многих областях науки и техники. Рассмотрено распространение волн в различных средах, обоснованы кинетические уравнения, которые лежат в основе теории лазеров, дано решение этих уравнений.

Учебник предназначен для студентов, аспирантов и научных сотрудников, специализирующихся в областях лазерной физики и квантовой электроники.

УДК 535:621.373.826(075.8)

ISBN 978-5-7782-1606-8

© Бакланов Е.В., 2011

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	7
1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ .....	11
1.1. Плоская монохроматическая волна .....	11
1.2. Поляризация плоской волны .....	15
1.3. Комплексная форма записи поля .....	19
2. СУПЕРПОЗИЦИЯ ПЛОСКИХ ВОЛН .....	21
2.1. Биения .....	21
2.2. Импульс электромагнитного поля (волновой пакет) .....	24
2.3. Гауссов пучок .....	28
3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В ИЗОТРОПНОМ ДИЭЛЕКТРИКЕ .....	35
3.1. Плоская волна в однородной изотропной среде .....	37
3.2. Отражение и преломление волн .....	39
4. ДИСПЕРСИЯ СВЕТА .....	45
4.1. Коэффициент поглощения и показатель преломления .....	46
4.2. Ансамбль классических осцилляторов .....	48
5. АНИЗОТРОПНЫЕ СРЕДЫ .....	53
5.1. Плоская волна в анизотропной среде .....	54
5.2. Волновой пакет в анизотропной среде .....	61
5.3. Электрооптические эффекты .....	63
5.4. Оптическая активность .....	66
6. НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА .....	69
6.1. Генерация второй гармоники .....	71
6.2. Самофокусировка .....	75
7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА АТОМА .....	79
7.1. Уровни энергии .....	80
7.2. Радиационная вероятность перехода .....	81

---

8. КИНЕТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ .....	83
8.1. Уравнения для матрицы плотности .....	83
8.2. Релаксация и возбуждение уровней .....	85
8.3. Взаимодействие атома с внешним электромагнитным полем .....	87
9. АТОМ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ .....	89
9.1. Эффект насыщения .....	89
9.2. Поляризуемость .....	90
9.3. Вероятность перехода под действием поля .....	93
9.4. Поглощение из основного состояния .....	94
10. ГЕНЕРАЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	96
10.1. Условие генерации .....	97
10.2. Мощность генерации .....	99
10.3. Затягивание частоты .....	102
10.4. Многомодовый режим генерации .....	103
10.5. Режим синхронизации мод .....	105
11. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ С ГАЗОМ .....	108
11.1. Слабая бегущая волна .....	109
11.2. Сильное поле .....	111
11.3. Резонанс насыщенного поглощения .....	113
12. УШИРЕНИЕ ЛИНИИ .....	116
12.1. Однородное уширение линии .....	116
12.2. Неоднородное уширение линии .....	118
Библиографический список .....	120
Приложения .....	121
1. Уравнения Максвелла в вакууме .....	121
2. Циклические координаты .....	123
3. Резонаторы .....	125
4. Вычисление интегралов .....	129