

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Ярославский государственный университет
им. П. Г. Демидова

Д. В. Глазков, И. С. Кащенко

Уравнения динамики лазера

Учебное пособие

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по направлениям
Прикладная математика и информатика,
Математика и компьютерные науки*

Ярославль 2012

УДК 517.912:535(075.8)

ББК 386-5я73

Г52

Рекомендовано

*Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2012 года*

Рецензенты:

Е. В. Григорьева, доктор физ.-мат. наук, профессор БГЭУ
кафедра прикладной математики и вычислительной техники
Ярославского государственного технического университета;

Г 52 **Глазков, Д. В.** Уравнения динамики лазера: учебное пособие
/ Д. В. Глазков, И. С. Кащенко; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Де-
мидова. — Ярославль: ЯрГУ, 2012. — 128 с.

ISBN 978-5-8397-0902-7

Пособие содержит описание различных моделей динамики лазерных систем в их взаимосвязи, а также некоторых методов, позволяющих делать анализ свойств их решений.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 010400.68 Прикладная математика и информатика (дисциплины «Непрерывные математические модели», цикл М1; «Математические модели в естествознании», цикл М2), 010200.62 Математика и компьютерные науки (дисциплина «Концепции современного естествознания», цикл Б2), очной формы обучения.

ISBN 978-5-8397-0902-7

УДК 517.912:535(075.8)

ББК 386-5я73

©Ярославский государственный
университет им. П. Г. Демидова, 2012

Содержание

Введение	5
1. Предварительные сведения	7
1.1. Принцип работы лазера	7
1.2. Простейшие методы анализа некоторых классов динамических систем	11
1.3. О бифуркациях динамических систем	16
1.4. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром	21
1.5. Уравнения с запаздыванием и малыми (большими) параметрами	26
2. Базовые модели лазерной динамики	30
2.1. Система Максвелла – Блоха	30
2.2. Модель Лоренца – Хакена	34
2.3. Классическая модель Лоренца и ее свойства	37
2.4. Простейшие решения и их характеристика в общем случае	40
2.5. Сценарии перехода к хаосу в системе Лоренца – Хакена	46
2.6. Уравнения Лоренца – Хакена и классификация лазеров	48
2.7. Модель Статца – Де Марса	50
2.8. Модель лазера класса В с внешней оптической накачкой	53
3. Система уравнений Ланга – Кобаяши	58
3.1. Формулировка задачи	58
3.2. Моды внешнего резонатора	61
3.3. Устойчивость простейших решений системы Ланга – Кобаяши	67
3.4. Условия Петермана – Тейгера, мосты и режимы короткого резонатора	76
3.5. Явление когерентного коллапса	81
3.6. Низкочастотные флуктуации	84
3.7. Асимптотический анализ модели Ланга – Кобаяши при больших значениях параметра накачки	91
3.8. Решения системы Ланга – Кобаяши при большом отношении времен затухания инверсии носителей и фотонов	97
4. Другие модели динамики лазера с запаздывающей обратной связью	104
4.1. Некоторые модификации модели Ланга – Кобаяши	104

4.2. Модель лазера класса В с некогерентной оптической обратной связью и ее модификации	107
4.3. Модель полупроводникового лазера с оптическим фильтром	109
4.4. Синхронизация мод в лазере и модели для ее описания . . .	112
Заключение	117
Список литературы	118