

Министерство образования и науки Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Б.Н. НЮШКОВ

ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА И ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Часть I

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2010

УДК 621.391.63.029.7(075.8)
Н 987

Рецензенты:

Е.А. Титов, д-р физ.-мат. наук, проф.;

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

Работа подготовлена на кафедре лазерных систем

Нюшков Б.Н.

Н 987 Волоконная оптика и волоконные лазерные системы : учеб. пособие / Б.Н. Нюшков. – В 2 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. – Ч. I. – 56 с.

ISBN 978-5-7782-1346-3

В первой части учебного пособия рассматриваются физические основы волоконной оптики. Объясняется физический принцип распространения оптического излучения в волоконных световодах. Описываются конструкция и структурные параметры наиболее типичных кварцевых волокон. Излагаются основы волновой теории распространения излучения в волоконных световодах. В рамках этой теории устанавливаются зависимости волноводных свойств от структурных параметров волокна и частоты (длины волны) излучения. Дается феноменологическое и математическое описание основных физических явлений, приводящих к искажению оптических сигналов при распространении в оптическом волокне, а именно дисперсии света и оптических потерь. Указываются способы их учета и минимизации.

В пособии выводятся формулы, позволяющие самостоятельно рассчитывать различные характеристики оптических волокон. Для сравнения приводятся параметры наиболее распространенных коммерческих телекоммуникационных волокон.

Пособие предназначено для студентов старших курсов физических специальностей.

УДК 621.391.63.029.7(075.8)

ISBN 978-5-7782-1346-3

© Нюшков Б.Н., 2010

© Новосибирский государственный
технический университет, 2010

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. ПРИНЦИПЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОЛОКНЕ	4
1.1. Приближение геометрической (лучевой) оптики	4
1.1.1. Отражение и преломление на границе раздела оптических сред	4
1.1.2. Конструкция и структурные параметры оптического волокна	6
1.2. Приближение волновой оптики	11
1.2.1. Исходные допущения. Линейное волновое уравнение	11
1.2.2. Решения волнового уравнения	13
1.2.3. Типы направляемых мод	15
1.2.4. Нормированная частота. Отсечка направляемых мод	20
Глава 2. ИСКАЖЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ВОЛОКНЕ	24
2.1. Дисперсия света в оптическом волокне	24
2.1.1. Общие положения	24
2.1.2. Хроматическая дисперсия	25
2.1.3. Модовая дисперсия	38
2.2. Оптические потери в волоконных световодах	47
2.2.1. Общие положения	47
2.2.2. Собственные потери	50
2.2.3. Потери на изгибах	54
Литература	55

Нюшков Борис Николаевич

ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА И ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Часть 1

Учебное пособие

Редактор *Т.П. Петроченко*

Выпускающий редактор *И.П. Брованова*

Корректор *И.Е. Семенова*

Дизайн обложки *А.В. Ладыжская*

Компьютерная верстка *Л.А. Веселовская*

Подписано в печать 09.03.2010. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 100 экз.

Уч.-изд. л. 3,25. Печ. л. 3,5. Изд. № 386. Заказ №

Цена договорная

Отпечатано в типографии

Новосибирского государственного технического университета

630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20