

ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА

для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям)
направлений специальности

1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

1-31 04 01-06 Физика (физика наноматериалов и нанотехнологий)

Введение. Предмет волноводной оптики. История возникновения и развития линий и систем передачи оптических сигналов. Понятие направляющих свойств среды. Уравнения Максвелла. Волновое и параболическое уравнения. Однородные плоские волны. Распространение и отражение плоских волн. Граничные условия. Отражение и преломление на границе диэлектриков. Полное отражение. Сдвиг Гуса-Хэнхена.

Принципы локализации света в оптических волноводах. Тонкопленочные оптические волноводы. Волноводные свойства плоского диэлектрического слоя. Моды симметричного диэлектрического слоя. Волновые решения для направляемых мод. Поглощение и рассеяние направляемых мод. Планарные волноводы конечной ширины. Полосковые волноводы. Гребневые волноводы. Профильные волноводы. Многослойные волноводы

Распространение света в оптических волокнах. Ступенчатые оптические волокна. Лучевой и волновой анализ мод волокна. Направляемые моды в случае неограниченной оболочки. Многомодовые и одномодовые волокна. Условия отсечки. Слабонаправляющие волокна. Многослойные оптические волокна. Уравнения связанных волн. Связанные волокна. Направленные ответвители. Градиентные волокна. Лучевой анализ. Волновой расчет мод для волокон с параболическим профилем показателя преломления. Одномодовый режим. Анизотропные оптические волокна. Поляризационные свойства оптических волокон. Оптические волокна с анизотропией диэлектрической проницаемости. Волокна, сохраняющие поляризацию и поляризующие волокна. Анизотропия формы поперечного сечения. Оптические волокна с эллиптическим и прямоугольным сечениями. Поляризационная модовая дисперсия. Методы изготовления оптических волокон.

Распространение оптических импульсов в регулярных и нерегулярных волокнах. Распространение оптических импульсов в волокнах. Нерегулярные волокна. Механизмы потерь в волоконных волноводах. Дисперсионные свойства оптических волокон. Дисперсия групповой скорости. Волноводная и материальная дисперсия. Дисперсия показателя преломления. Нормальная и аномальная дисперсии. Дисперсионное уширение импульса. Методы компенсации дисперсии. Волоконно-оптические дифракционные решетки. Регулярные, чирпированные и аподизированные волоконно-оптические решетки. Длиннопериодные решетки. Применение волоконно-оптических решеток. Схемы записи волоконных решеток. Нелинейные эффекты в оптических волокнах. Преимущества волоконных волноводов по сравнению с объемными нелинейными средами. Вынужденные четырехфотонные процессы. ВКР и ВРМБ в оптических волокнах. Фазовая самомодуляция. Сжатие импульсов в оптических волокнах. Солитонные импульсы в оптических волокнах.

Принципы локализации и направления излучения в оптических волокнах. Полное внутреннее отражение. Самофокусировка световых лучей. Фотонные запрещенные зоны

Системы ввода/вывода оптического излучения в волоконные световоды. Ввод/вывод оптического излучения в волоконные волноводы. Ввод гауссовых пучков света в волновод. Числовая апертура. Линзовые системы ввода.

Оптические разветвители и мультиплексоры. X- и Y-образные разветвители. Волоконно-оптические мультиплексоры. Управляемые разветвители.

Волоконные системы передачи и обработки оптических сигналов. Волоконно-оптические датчики. Логические элементы на базе оптических волокон. Волоконно-оптические системы передачи информации.

Современные проблемы волоконной оптики. Активные оптические волокна. Типы волоконно-оптических усилителей. Волоконно-оптические лазеры. Волоконно-оптические датчики. Фотонные кристаллы. Понятие фотонной запрещенной зоны. Фотоннокристаллические и микроструктурированные волокна. Брэгговские волокна. Отражение от границы положительного и отрицательного диэлектриков.

Перечень основной литературы

1. Н.Х.-Г. Унгер. Планарные и волоконные оптические волноводы. М.: Мир. 1980.
2. А. Снайдер, Дж. Лав. Теория оптических волноводов. М.: Радио и связь. 1987.
3. А.М Гончаренко, В.А. Карпенко, И.А. Гончаренко. Основы теории оптических волноводов. Минск: Белорусская наука. 2009.
4. И.А. Гончаренко. Методы расчета сложных волоконных световодов. Минск: Новое знание. 2012.
5. М. Адамс. Введение в теорию оптических волноводов. М.: Мир. 1984.
6. A. Hasegawa. Optical solitons in fibers. Berlin: Springer. 1989.
7. Г. Агравал. Нелинейная волоконная оптика. М.: Мир. 1996.
8. С.Р. Giles. Lightwave applications of fiber Bragg gratings. J. Lightwave Technology. V.15, No.8. P.1391-1404. 1997.
9. A. Cucinotta, F. Poli, S. Selleri. Photonic Crystal Fibers: Properties and Applications. Springer. 2007.
10. E. Desurvire. Erbium-doped fiber amplifiers. Principal and applications. New York, Brisbane, Toronto, Singapore: Wiley&Son, Inc. 1994.

Перечень дополнительной литературы

1. В.Ф. Взятыйшев. Диэлектрические волноводы. М.: Сов. Радио. 1970.
2. Д. Маркузе. Оптические волноводы. М.: Мир. 1974.
3. Р.Х. Столен. Нелинейные эффекты в волоконных световодах. ТИИЭР. Т.68, № 10. С.75-80. 1980.
4. А.С. Беланов, В.В. Григорьянц, В.Т. Потапов, А.Д. Шатров. Передача оптических сигналов по световодам. "Радиотехника" / Итоги науки и техники ВИНТИ/, М. Т.30. С.1-256. 1984.
5. Д.Дж. Стерлинг. Техническое руководство по волоконной оптике. М.: «Лори». 1998.
6. Е.М. Дианов, П.В. Мамышев, А.М. Прохоров. Нелинейная волоконная оптика. Квантовая электроника. Т.15, №1. С.5-29. 1988.
7. Optical Solitons – Theory and Experiment / Edited by J.R. Taylor. Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sidney: Cambridge University Press. 1992.
8. A. Bjarklev. Optical fiber amplifiers: design and system applications. Boston, London: Artech House, Inc. 1993.
9. А.М. Желтиков. Дырчатые волноводы. Успехи физических наук. Т.170, № 11. С.1204-1215. 2000.
10. J.C. Knight, T.A. Birks, R.F. Cregan et al. Photonic crystals as optical fibres – physics and applications. Optical Materials. V.11. P. 143-151. 1999.