

УДК: 681.7.068 + 001.5

ОПТОВОЛОКОННАЯ СВЯЗЬ – ВЫСШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

МАРИПОВ А. (КГТУ им. И. Раззакова, кафедра физики)

izvestiya@ktu.aknet.kg

Аннотация

На основе открытий физических эффектов и достижений в области физики анализируются состояния современных информационных систем.

1. Введение

Обмен информацией между различными объектами осуществляется с помощью колебательных и волновых процессов. Передача и прием информации на дальние расстояния осуществляются с помощью электромагнитных волн: телеграф, телефон, факс, радио, телевидение, Интернет и т.д. Для осуществления любого из перечисленных видов связи требуется определенный диапазон частот электромагнитных волн. Рассмотрим три основных вида связи – телеграф (ТГ), телефон (ТФ) и телевидение (ТВ).

Как известно из истории развития связи, телеграфная связь осуществлялась (1830 г.) с помощью двух проводов – электричество в проводах прерывалось (до 10 раз в секунду), образуя последовательность

точек и тире (азбука Морзе). Позже был изобретен телефон (1876 г.) – с помощью двух проводов передавался электрический сигнал частотой до 20000 Гц. Потребность в телефонной связи очень быстро росла, росло и количество пар проводов, которые вешались на телефонные столбы, позже закапывались в землю в виде кабелей, содержащих сотни медных проводов.

В середине 20 века появилось телевидение – передача сигнала с изображением на расстояние. Для этого требовалась полоса частот порядка 10^8 Гц. Появление интернет-связи в конце 20 века (1969 г.) потребовало увеличения каналов связи до немыслимых чисел.

В этом диапазоне электромагнитных волн можно поместить 10^7 телеграфных, 10^4 телефонных и 3 телевизионных канала связи. Для передачи этой волны использовались высокочастотные кабели. Развитие телевидения требовало еще большего числа каналов связи. Такие требования можно было удовлетворить переходом к более высокочастотному диапазону электромагнитных волн. Переход на дециметровый и сантиметровый диапазоны электромагнитных волн увеличил число каналов связи соответственно еще на один – два

порядка. Для передачи электромагнитных волн этих диапазонов на расстояние используются волноводы и кабели, поперечные размеры которых сравнимы с длиной волны (см, дм) [1].

Появление интернет-связи в конце 20 века потребовало увеличения каналов связи еще на несколько порядков. Переход в миллиметровый диапазон электромагнитных волн увеличил еще на один порядок число каналов связи (например, телеканал до 3000), а поперечный размер волноводов уменьшился до миллиметра. Однако это также не решало возрастающие потребности увеличения числа каналов связи.

Единственный путь для решения этой проблемы был переход в *оптический диапазон* электромагнитных волн. Однако здесь проблема передачи световой волны на большие расстояния была главным препятствием перехода в оптический диапазон. Общеизвестно, что световая волна распространяется в оптически прозрачной среде (стекле), но, как известно, стекло хрупкое вещество. Необходимо было найти технологию изготовления гибких стекол. Такая технология была найдена в конце 20 века – была найдена технология получения гибких оптических волокон, которая открыла *новую веху* в создании глобальной сети связи – **Интернета**.

Другая проблема была связана с разработкой устройства, позволяющего получить узко остронаправленный луч в оптическом диапазоне. Решению этой проблемы способствовало открытие лазера в 1960 г. и разработка полупроводниковых лазеров в конце 20 века.

2. Оптоволоконная линия связи и ее элементы

2.1. Оптические волноводы

Оптическими волноводами называют гибкие или жесткие конструкции, которые предназначены для передачи световой энергии путем многократных отражений световой волны. Оптические волноводы бывают в виде пленки, кабеля квадратного или круглого сечения (рис. 1).

Тонкопленочный оптический волновод представляет собой нанесенную на подложку полосу тонкой пленки из стекла, показатель преломления n_1 которой больше, чем показатель преломления подложки n_0 и воздуха над пленкой n_2 (рис. 2а). Такая трехслойная структура с наибольшим показателем преломления в среднем слое $n_1 > n_2, n_0$ подобна линзе и естественным

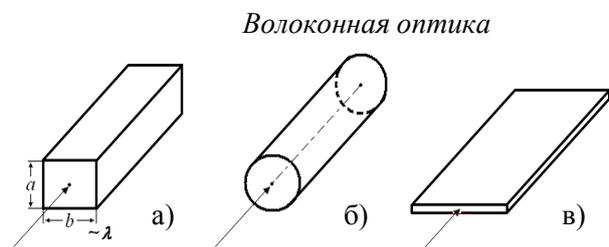


Рис.1. Виды оптических волноводов.

образом фокусирует световой луч на пленке. Благодаря этому фокусирующему свойству тонкопленочная структура может служить волноводом. Такое ее свойство основано на явлении полного внутреннего отражения (рис. 2б). Следовательно, световая волна будет

распространяться по тонкой пленке. Аналогично световой луч будет распространяться и по волноводам с другими формами оптического сечения (рис.1 а, б, в) [2].

В связи с появлением полупроводниковых лазеров появилась и возможность расширения числа каналов для передачи информации в световом диапазоне. Поэтому возникла необходимость разработки различного рода светопроводов. Поскольку длина волны светового луча охватывает диапазон $\sim 0,3 \div 1$ мкм, а оптические волноводы могут иметь сечение около микрометра (\sim мкм), то они представляют собой волокно. Большую трудность вызвали **ввод лазерного луча в оптический волновод, модуляция, демодуляция и усиление передаваемых сигналов**. Разработка высокоэффективных гетероструктурных полупроводниковых (ПП) лазеров привела к решению основных проблем по организации оптоволоконных линий. Основой большинства ПП-лазеров и оптоволокон составляет кремний. Это обстоятельство позволило технологически объединить лазер и оптическое волокно как одно целое, что обеспечило высокий КПД излучения самого лазера и ввод луча в линию связи [3,4].

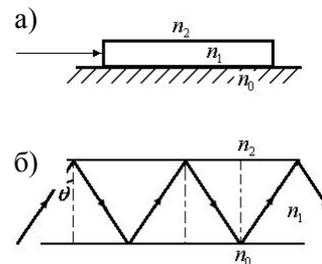


Рис.2. Тонкопленочный оптический волновод

Одним из основных достоинств волоконных элементов является передача излучений по криволинейному пути. Это привело к созданию глобальных оптоволоконных линий связи. Способность оптики осуществлять ряд преобразований изображений обуславливает ее успешное применение в оптических вычислительных системах, в обзорно-поисковых системах, в распознающих и следящих устройствах и других различных оптоэлектронных системах.

2.2. Оптоволоконная линия связи

Выше мы отмечали, что по световому лучу можно передавать огромный объем информации (в одном луче $\sim 10^8$ ТВ каналов). Система дальней световой связи состоит из следующих главных элементов: генератора несущей волны (лазер, Л), оптического волокна – ОВ (среда, где распространяется свет), модулятора сигналов – МС, необходимого для ввода информации в эту волну, устройства для ввода сигналов – ВС, усилителя световой волны (сигналов) – УС, демодулятора (детектор) сигналов – ДС, предназначенного для извлечения поступающей информации из светового луча, и линии связи к потребителям – полезный сигнал – ПС (рис.3).

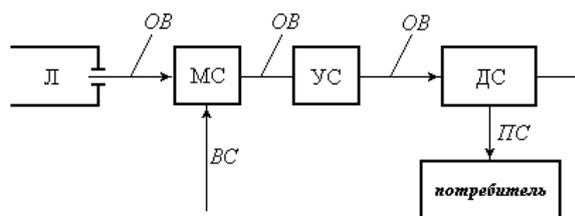


Рис. 3. Оптоволоконная линия связи

Принцип действия этих элементов основан на различные физические явления. В частности, принцип действия модуляторов и демодуляторов основан на электрооптических и магнитооптических эффектах: эффекте Керра, эффекте Фарадея, магнитооптическом эффекте, пьезоэлектрическом эффекте.

Выводы

Благодаря открытию физических эффектов и достижениям в области физики современные информационные системы достигли необъятных масштабов.

Использованная литература:

1. *А. Марипов*. Физические основы электроники. – Бишкек, 2010. 250 с.
2. *Т. Мосс, Г. Баррелл, Б. Эллис*. Полупроводниковая оптоэлектроника (перевод с английского). – М.: Мир, 1976. 432с.
3. *Г.П. Катус*. Оптоэлектронная обработка информации /Под. ред. Б.П. Петрова – М.: Машиностроение, 1973. 448с.
4. Введение в интегральную оптику/Под редакцией М. Барноски, перевод с английского. – М.: Мир, 1977. 368с.

FIBRE OPTIC COMMUNICATION AS RESULT OF THE HIGHEST ACHIEVEMENTS OF THE MODERN SCIENCE AND TECHNOLOGY

Maripov A.

(I. Razzakov's KTSU, Department "Physics")

The state of modern informational systems as the result of discoveries and achievements in physics is analyzed.