

Икболжон Анарбоев Иброхимович-старший преподаватель  
Андижанский Государственный Технический Институт,  
Республика Узбекистан  
ORCID ID: [009-0001-3703-463X](#)

## СТРУКТУРА ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКН И СОЗДАНИЕ ОПТИКО- ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ

**Аннотация:** При передаче света на большие расстояния важно сохранить его мощность. Для уменьшения потерь при передаче, во-первых, необходимо увеличить оптическую прозрачность при рассеянии света. При этом поглощение должно быть минимальным. Во-вторых, необходимо правильно выбрать траекторию распространения света. В связи с этим, первой задачей является использование чистого кварцевого стекла с применением высокочистой технологии. Второй задачей является правильное применение оптических законов. Благодаря эффекту полного отражения света излучение свободно распространяется от источника к потребителю.

**Ключевые слова:** оптическое волокно, прозрачный материал, лазеры, свет, волоконно-оптические кабели.

Ikboljon Anarboyev Ibrokhimovich, Senior Lecturer  
Andijan State Technical Institute,  
Republic of Uzbekistan  
ORCID ID: [009-0001-3703-463X](#)

## STRUCTURE OF OPTICAL FIBERS AND CREATION OF OPTIELECTRONIC DEVICES BASED ON THEM

**Abstract:** When transmitting light over long distances, it is important to conserve its power. To reduce the loss during transmission, firstly, it is necessary to increase the optical transparency during the scattering process of light. In this case, the absorption should have a minimum value. Secondly, it is necessary to correctly select the trajectory of the light path. In connection with this, the first task is to use pure quartz glass using high-purity technology. The second task is to correctly apply optical laws. Based on the effect of total reflection of light, radiation moves freely from the source to the consumer.

**Keywords:** optical fiber, transparent material, Lasers, light, fiber optic cables

### Введение

Оптическое волокно — это прозрачный материал, то есть стекло, пластик, и представляет собой нить, используемую для передачи света (рисунок 1). Это

одно из важнейших достижений в развитии науки и техники. Оно передает свет с помощью находящихся внутри него атомов или молекул. В настоящее время оптические волокна широко используются для передачи различных типов данных. Передача данных таким способом была предложена в 50-х годах прошлого века. Открытие лазеров еще больше расширило возможности оптических волокон. Стекланные оптические волокна изготавливаются на основе кварцевого стекла[1]. Другие материалы, фторциркониевые, фторалюминиевые и халькогеновые стекла, используются для передачи инфракрасных лучей. В настоящее время разработаны оптические волокна пластикового типа. Его сердечник изготовлен из полиметилметакрилата, а поверхность — из фторполимерных материалов. Рассмотрим принцип работы оптических волокон ниже.



Рисунок 1. Внешний вид оптических волокон

### Анализ литературы

При передаче света на большие расстояния важно сохранить их мощность. Для уменьшения отходов при передаче, во-первых, необходимо увеличить оптическую прозрачность при рассеянии света. При этом поглощение должно иметь минимальное значение. Во-вторых, необходимо правильно выбрать траекторию пути света[2]. В связи с этим, первая задача - использовать чистое кварцевое стекло с использованием высокочистой технологии. Вторая задача достигается правильным применением оптических законов. Благодаря эффекту полного отражения света излучение свободно движется от источника к потребителю. Однако для этого необходимы две замкнутые системы с разной плотностью. В большинстве случаев в качестве таких двух замкнутых систем используют кварцевые стекла с разной плотностью. Волна передается в системе, которая относительно более плотная[3]. Чтобы разобраться в этой ситуации более подробно, рассмотрим схему оптического волокна (рис. 2).

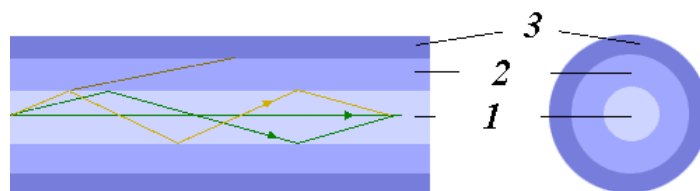


Рисунок 2. Его сердцевина представляет собой стекло относительно высокой плотности (1), пропускающее свет. Оно покрыто стеклом относительно низкой плотности (2). В нём сигналы полностью отражаются. Для защиты от механических воздействий на их поверхность нанесено специальное покрытие (3).

### Метод исследования

Чтобы свет достиг потребителя, свет от источника направляется под определённым углом. В этом случае возникает эффект полного возврата, и теоретически световые сигналы полностью доходят до потребителя. Однако на практике определённый процент света преломляется. Это связано, во-первых, со сложностью реализации такой передачи света от источника. Во-вторых, со сложностью изготовления оптического волокна, соответствующего теоретическим требованиям[4]. В-третьих, с невозможностью прокладки оптического кабеля по такой прямой линии[5].

Конструктивно оптическое волокно имеет круглое поперечное сечение и состоит из двух частей: сердцевины и оболочки. Для увеличения внутреннего полного отражения показатель преломления сердцевины больше, чем у оболочки. Например, показатель преломления оболочки составляет 1,474, а сердцевины – 1,479. Свет направляется к сердцевине, где рассеивается. В связи с этим конструкция оптических волокон несколько сложнее. В качестве сердцевины и оболочки используются вторичные фотонные кристаллы[6]. Для плавного изменения показателя преломления сердцевина имеет форму цилиндра. Такая конструкция обеспечивает особые свойства волокна: дисперсию рассеянного света, снижение потерь, изменение полной дисперсии и другие свойства. Диаметр оптического волокна, используемого в телекоммуникациях, составляет  $125 \pm 1$  мкм. Размер сердцевины может варьироваться в зависимости от типа волокна. Волоконно-оптические кабели, используемые в телекоммуникациях, бывают различных форм. На рисунке 3 показаны типы волоконно-оптических кабелей[7-9].

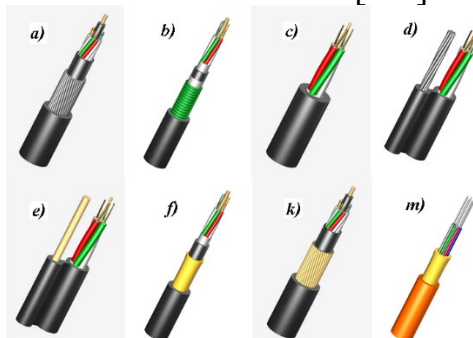


Рисунок 3. Структуры оптического волокна.

## Анализ и результаты

На рисунке 4 показано рассеяние света в волокне. Для того чтобы свет рассеивался вдоль волокна, он должен падать под определённым критическим углом к оси волокна[10-12]. То есть, он должен распространяться в форме конуса, как показано на рисунке. Синус этого угла называется аппаратным числом светового пучка.

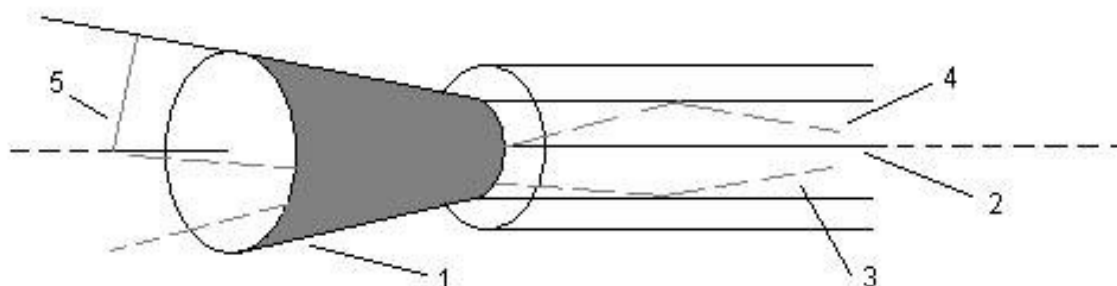


Рисунок 4. Свет, входящий в оптическое волокно. 1. Вход конуса, 2. Ось моды, 3. Нижняя часть моды, 4. Верхняя часть моды, критический угол.

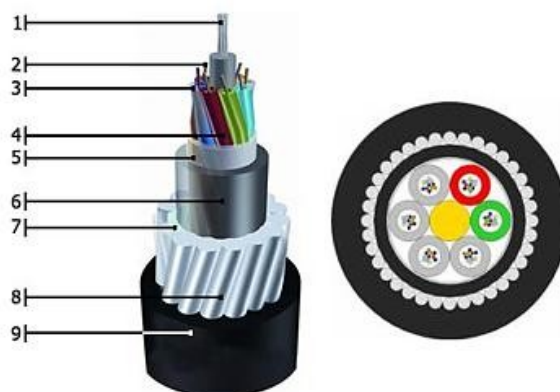


Рисунок 5. Внутренняя структура оптоволоконного кабеля. 1 – ось элемента, 2 – оптическое волокно, 3 – внутренний гидрофобный наполнитель, 4 – оптический модуль, 5 – гидроизоляция жил, 6 – промежуточное покрытие, 7 – гидроизоляция жил, 8 – металлическая броня, 9 – защитное покрытие.

## Заключение

Показатель преломления сердцевины многослойного волокна отличается от показателя преломления оболочки на 1–1,5%. Например, если у сердцевины  $n = 1,515$ , у оболочки он может быть  $n = 1,50$ . В этом случае апертурное число составляет 0,2–0,3, а угол падения света составляет 12–18°. Если показатель преломления волокна  $n = 1,505$ , то показатель преломления его оболочки будет  $n = 1,50$ . Апертурное число равно 0,122, а угол падения света составляет 7°. Чем больше апертурное число, тем легче направить свет в волокно. Однако при этом увеличивается дисперсия и сужается полоса

пропускания света. Компоненты оптических каналов передатчика, источника и приемника излучения характеризуются апертурным числом.

### **Литература**

1. Karlov N. V. Lektsii po kvantovoy elektronike. M.: Nauka, 1988.
2. Zvelto O. Prinsipi lazerov. M.: Mir, 1990.
3. Krilov K. I. i dr. Osnovi lazernoy texniki. L.: Mashinostroyeniye, 1990.
4. Tursunov A. T., Tuxliboyev O. Kvant elektronikasiga kirish. T.: O'qituvchi, 1992.
5. Tarasov L. V. Fizicheskiye osnovi kvantovoy elektroniki. M.: Sovetskoye radio, 1976.
6. Ryabov S. G. i dr. Pribori kvantovoy elektroniki. M.: Sovetskoye radio, 1976.
7. Spravochnik po lazeram, v dvux tomax (Pod redaktsiyey A. M. Proxorova). M.: Sovetskoye radio, 1978.
8. Frost T. One to One new MMI Poll: what is the future for CD? // One to One. – 2003. – № 1. – R. 31-33.
9. Petrov V.V., Makurochkin V.G., Tokar A.P. Opticheskiy disk kak yedinyy nositel informatsii // Materialy simpoziuma «Optoelektronnaya sistema zapisi, xra
10. Petrov V.V., Shanoylo S.M., Kryuchin A.A., Kozheshchurt V.I., Tokar A.P., Zymenko V.I. Optical immersion as a new way to increase information recording density // Proc. SPIE. – 1991. – Vol. 1831. – P. 2-12.
11. Petrov V.V., Shanoylo S.M., Kryuchin A.A., Kosyak I.V. O probleme soxraneniya zvukovogo kulturnogo naslediya. Materialy konferentsii «Informatsiya dlya vsekh: kultura i tekhnologii informatsionnogo obshchestva» – EVA 2002. – Moskva, 2-7 dekabrya 2002.
12. Guo F., Schlesinger T.E., Stancil D.D. Optical field study of near-field optical recording with a solid immersion lens // Appl. Optics. – 2000. – Vol. 39, № 2. – R. 324-332.