



Всероссийская научно-образовательная школа  
"Квантовый скачок"



# ФИЗИЧЕСКИЕ СРЕДЫ ДЛЯ КВАНТОВОЙ СВЯЗИ

Маслова Ю.В.  
Квантовый центр ТГУ  
[qtcenter.tsu.ru](http://qtcenter.tsu.ru)

Контакты:  
+7 9069488489  
[Yulya\\_maslova\\_86@inbox.ru](mailto:Yulya_maslova_86@inbox.ru)

# Передача данных

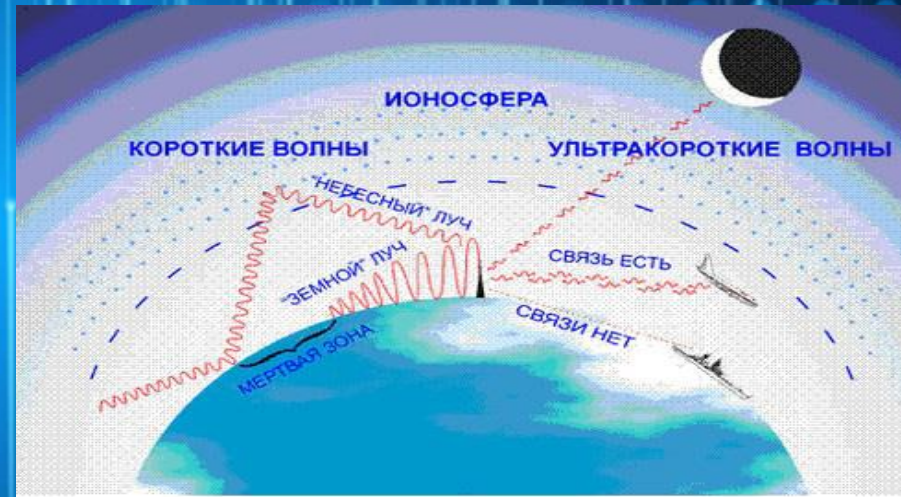
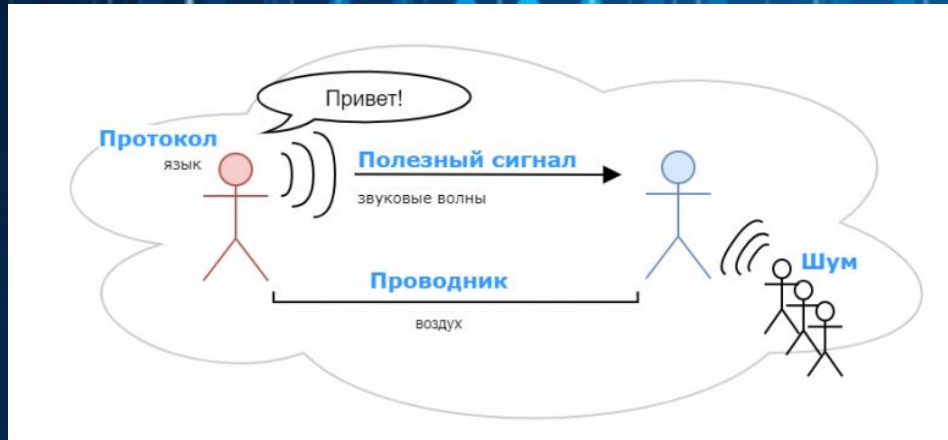
Существуют два  
основных способа  
передачи  
информации

```
graph TD; A[Существуют два основных способа передачи информации] --> B[По открытому каналу связи]; A --> C[По закрытому каналу связи];
```

По открытому  
каналу связи

По закрытому  
каналу связи

# Открытые (беспроводные) каналы связи



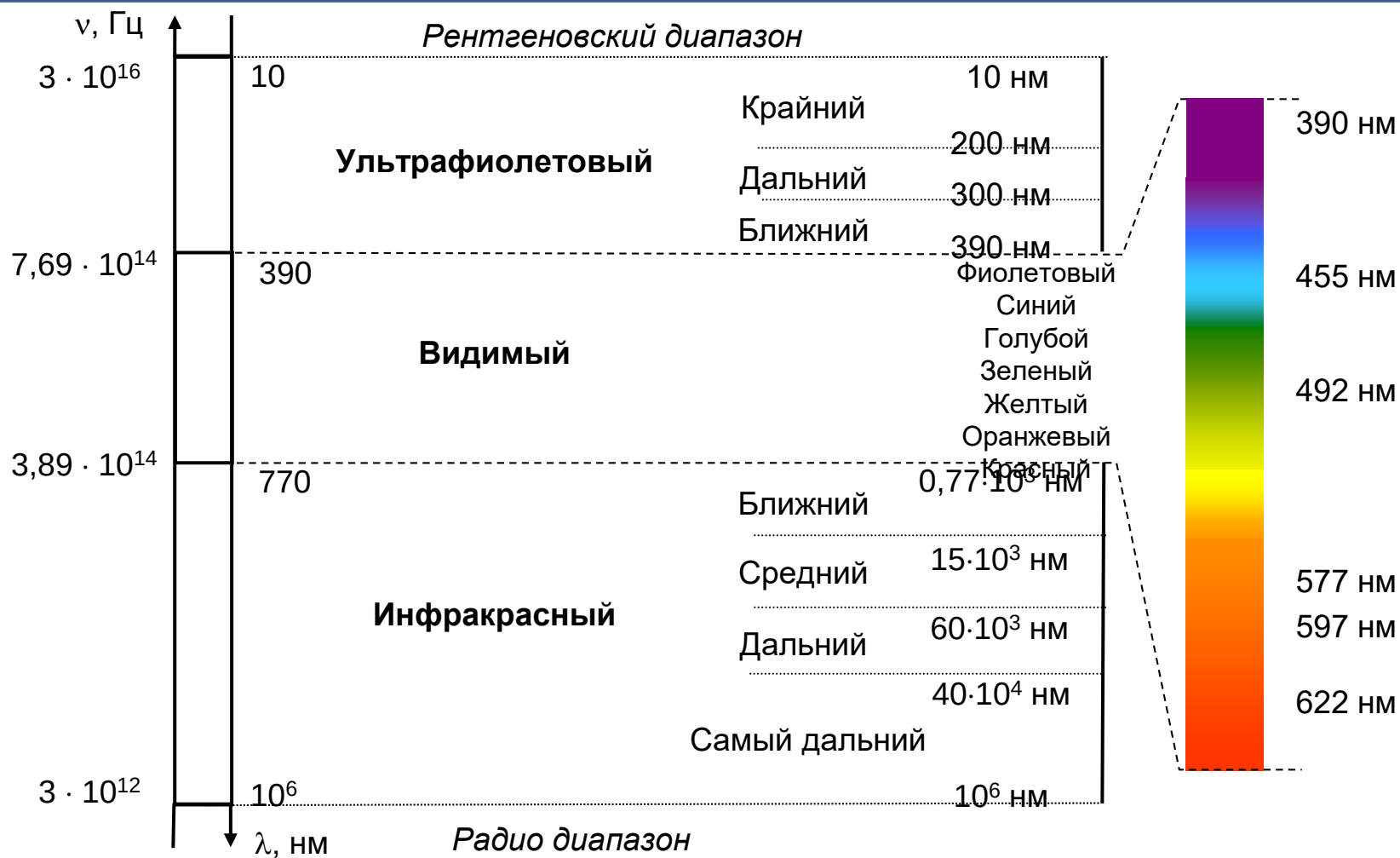


# Закрытые (проводные) каналы связи

## Каналы связи.



# Классификация электромагнитных волн

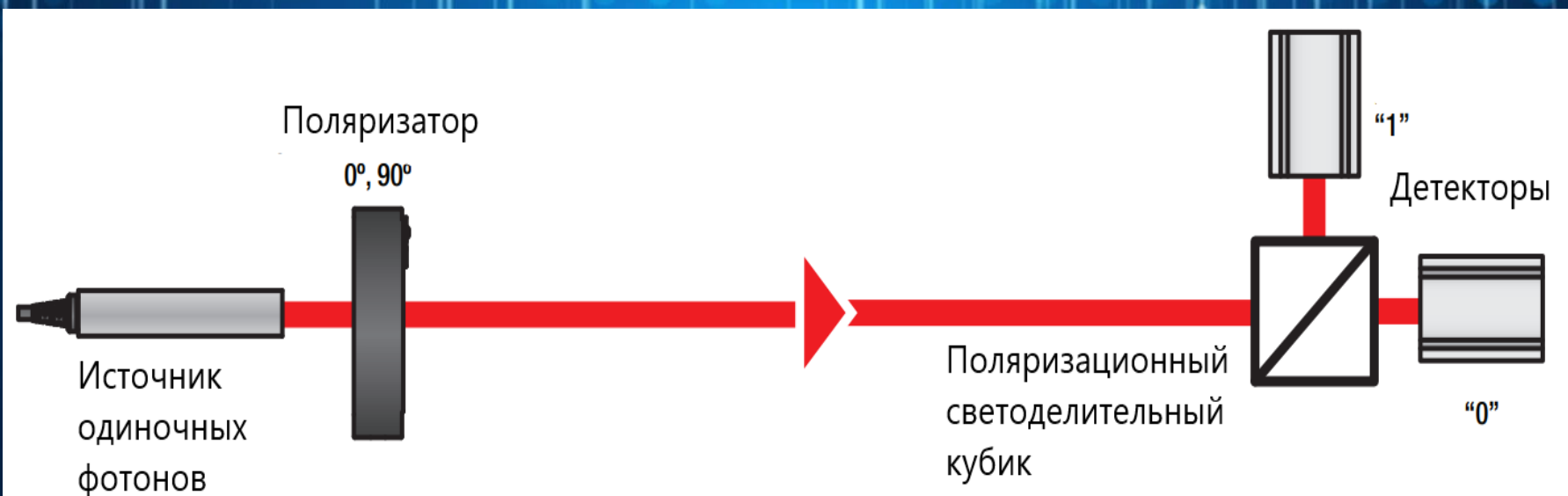


# Длина волны фотона

- Фотон (от др.-греч. φῶς, фос — свет) — фундаментальная частица, квант электромагнитного излучения в виде поперечных электромагнитных волн и переносчик электромагнитного взаимодействия.
- Это безмассовая частица, способная существовать только двигаясь со скоростью света.
- С точки зрения классической квантовой механики фотону как квантовой частице свойственен корпускулярно-волновой дуализм: он проявляет одновременно свойства частицы и волны.
- Фотон — объект микра мира и описывается с помощью квантовых состояний.



# Передача данных

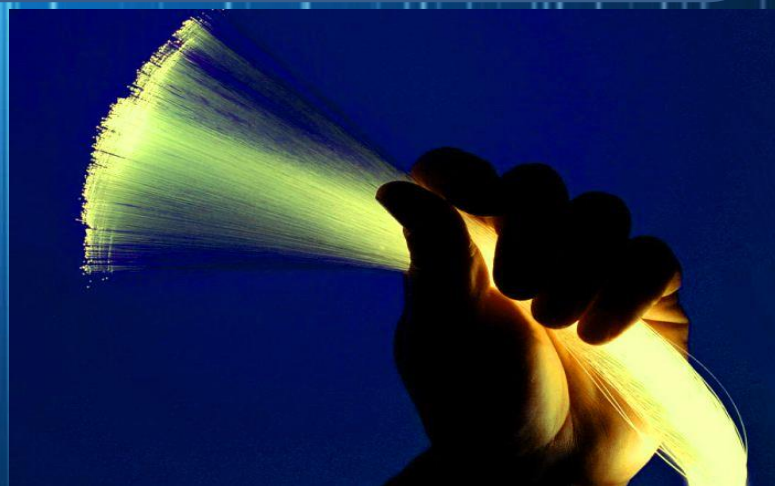


# Оптическая связь

Волоконно-оптические

Атмосферные оптические

**Волоконно-оптические** - системы оптической связи, в которых информация передается по *диэлектрическим оптическим волноводам*, структура которых обеспечивает распространение вдоль него световых сигналов. Из-за малых размеров поперечного сечения оптические волноводы обычно называют *волоконными световодами (ВС) или оптическими волокнами (ОВ)*

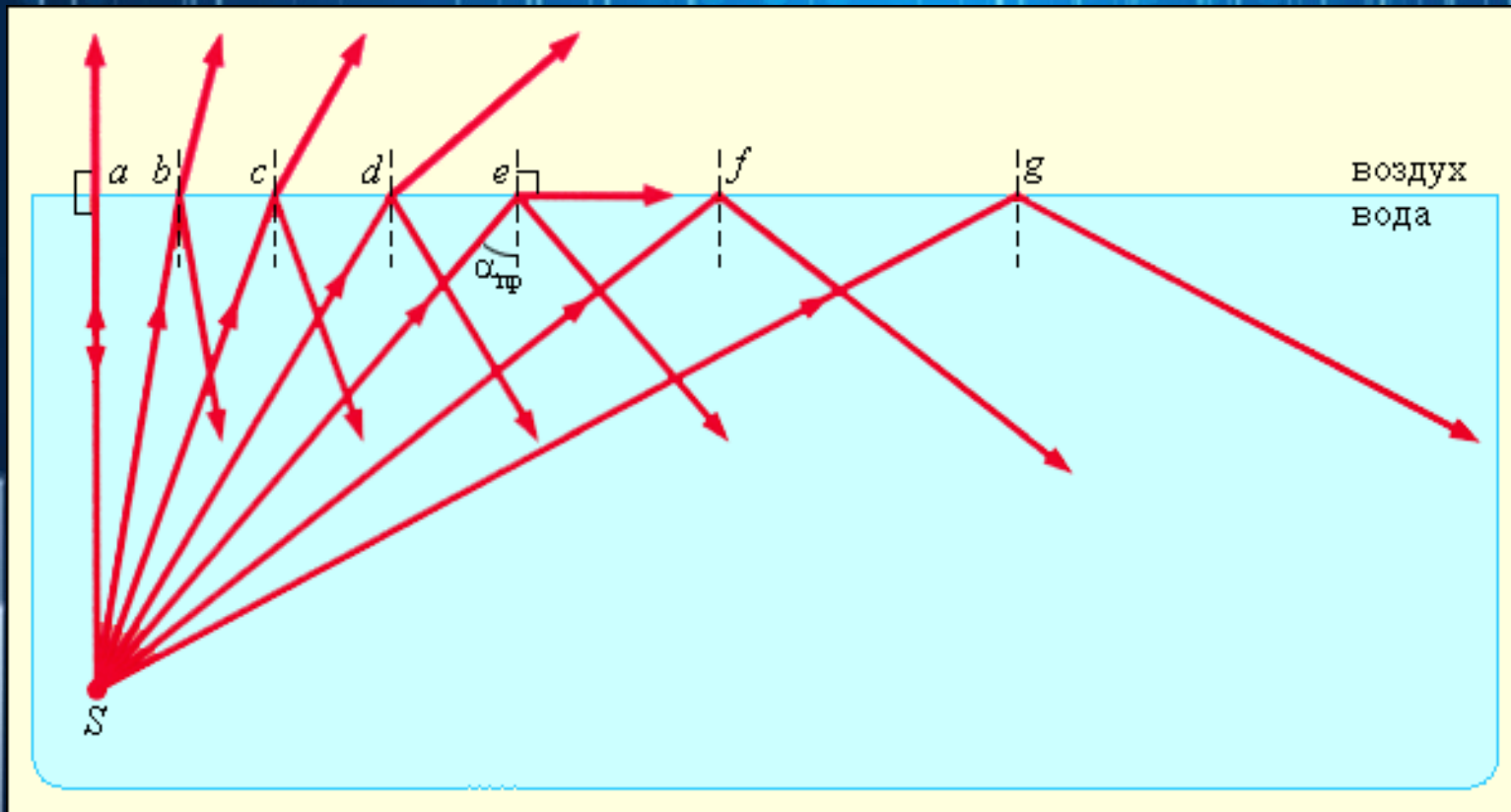




# Принципы волоконно-оптической связи

## Отражение и Преломление

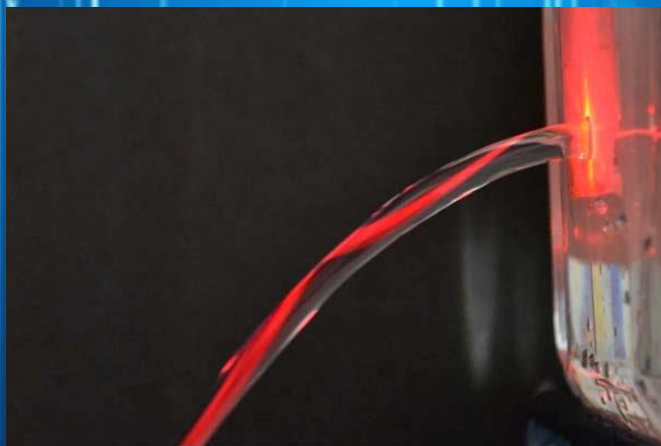
В геометрической оптике любое вещество характеризуется **показателем преломления** (*refractive index*).  $n$  понимается как отношение скорости света в вакууме  $c$  к его скорости в этой среде  $v$ :  $n = c/v$ .



Полное  
Внутреннее  
отражение

# Полное внутреннее отражение

Эксперимент с отражением светового луча в струе воды немного позднее Колладона и Бабини проводил английский физик Джон Тиндалл. Он досконально изучил данное явление, и вот что он записал в своей книге: "Если угол, под которым падает луч света из воды в воздух (т.е. угол между поверхностью двух сред и перпендикуляром), превышает 48 градусов, то луч не выходит из воды – он полностью отражается от границы вода-воздух... Если наименьший угол падения, при котором наблюдается полное внутреннее отражение, назвать предельным углом, то для воды он будет равным  $48^{\circ}27''$ , для бесцветного стекла (флинтглас) –  $38^{\circ}41''$ , а для алмаза –  $23^{\circ}42''$ .



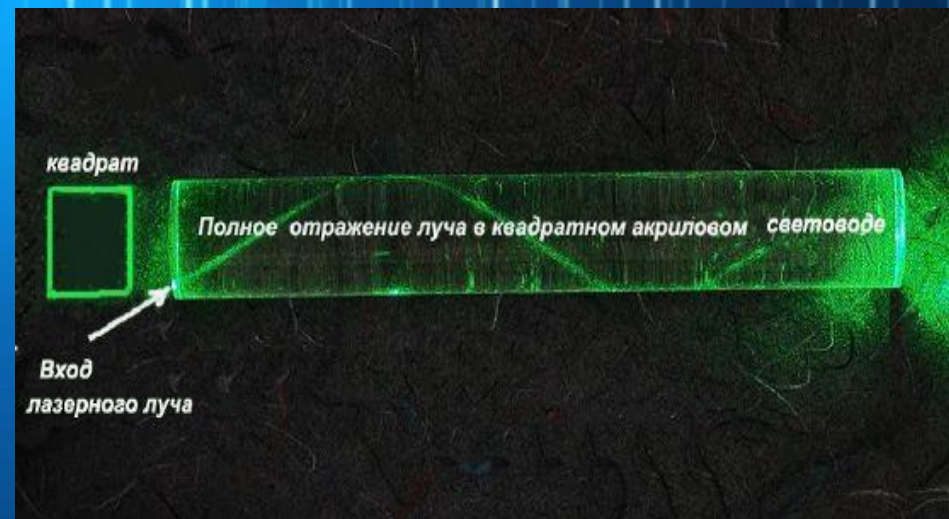
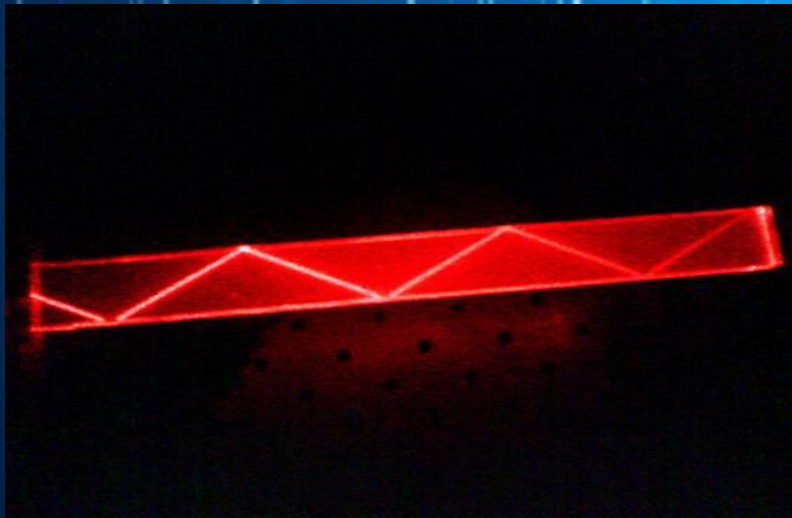


# Эффект многократного отражения

Воздух  $n \approx 1$

Стекло  
 $n \approx 1,5$

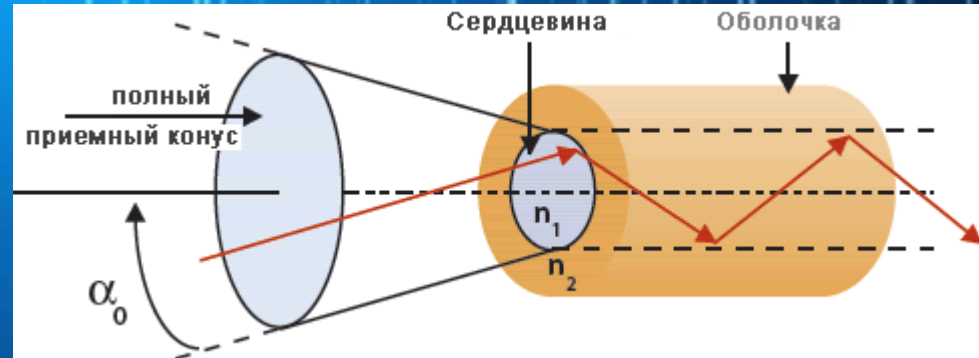
Воздух  $n \approx 1$



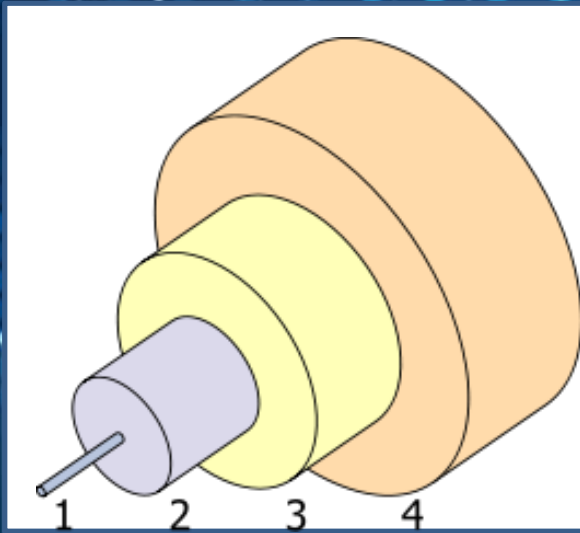


# Оптическое волокно

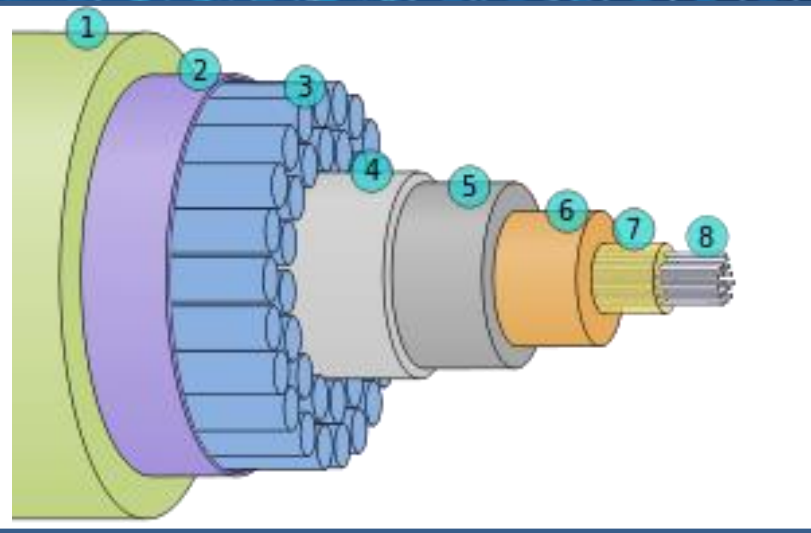
Оптическое волокно-это тонкая кварцевая двухслойная нить.



# Строение оптического волокна и кабеля



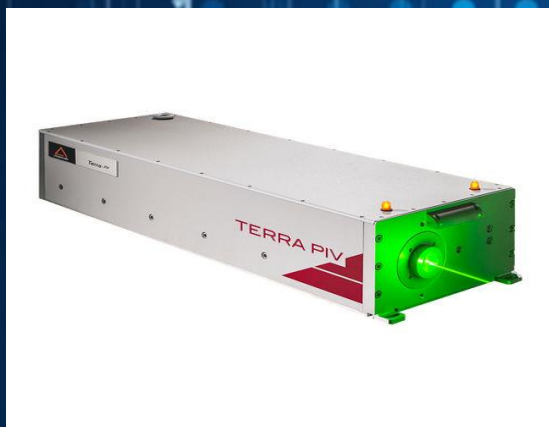
Оптическое волокно



Оптический кабель



# Волоконно-оптическая линия



Лазер



Волоконно-оптический кабель



Фотоприемник  
(преобразует  
оптический сигнал в  
электрический)

