

**Учебный курс
«ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

Тема :

**Волоконно-оптические (технические)
каналы утечки информации**

Модуль 1:

**Перехват трафика в волоконно-оптических
коммуникациях**

Лектор:

кфмн, доцент Гришачев Владимир Васильевич

Программа 1 модуля курса

ЛЕКЦИИ

- I. Сценарии перехвата трафика и их анализ
- II. Способы и техника перехвата трафика
- III. Методы защиты трафика
- IV. Коллоквиум

Лекция 3-4

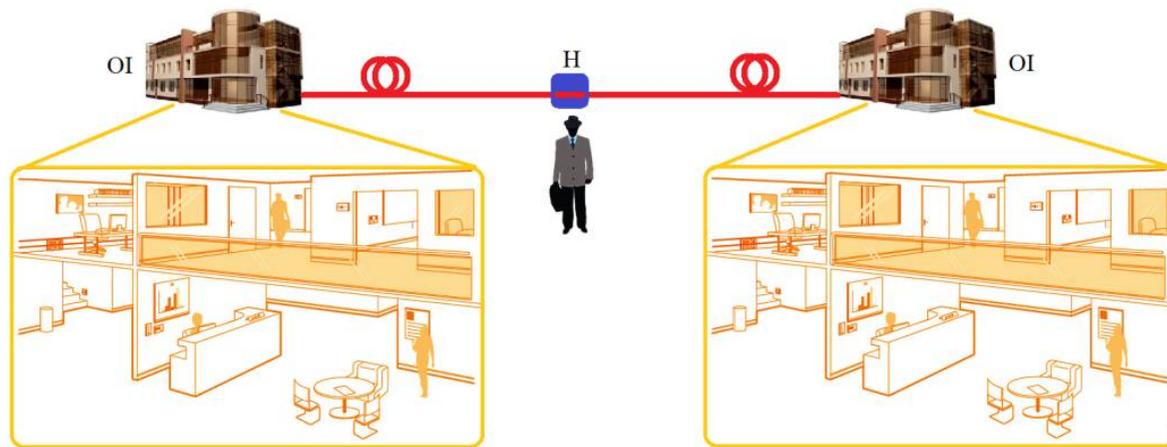
«Сценарии перехвата трафика и их анализ»

1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях;
2. Обобщенный сценарий перехвата трафика;
3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети;
4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем;
5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ);
6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях

○ Действия нарушителя направлены на манипуляции с передаваемой по оптическим каналам информации (трафиком), которые создают

- ✓ угрозу доступности передаваемой информации путем воздействия на канал связи;
- ✓ угрозу конфиденциальности передаваемой информации путем НСИ (перехват трафика) с помощью ТСП;
- ✓ угрозу целостности передаваемой информации путем её фальсификации, искажения, подмены, уничтожения путем включения ТСП в канал связи;



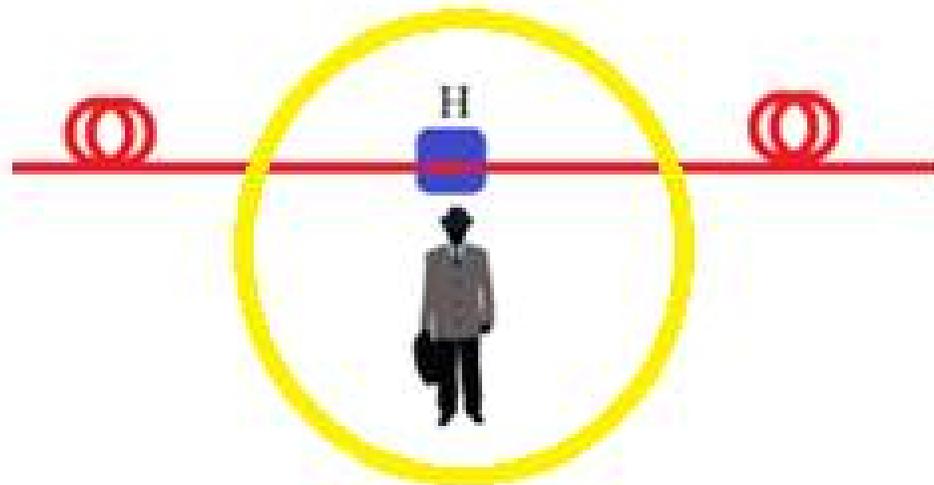
1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях

○ **Угроза доступности: управление доступом к трафику**

- ❖ проводится путем воздействия на канал связи с целью ухудшения его параметров;

виды воздействия на канал связи с целью ухудшения его параметров:

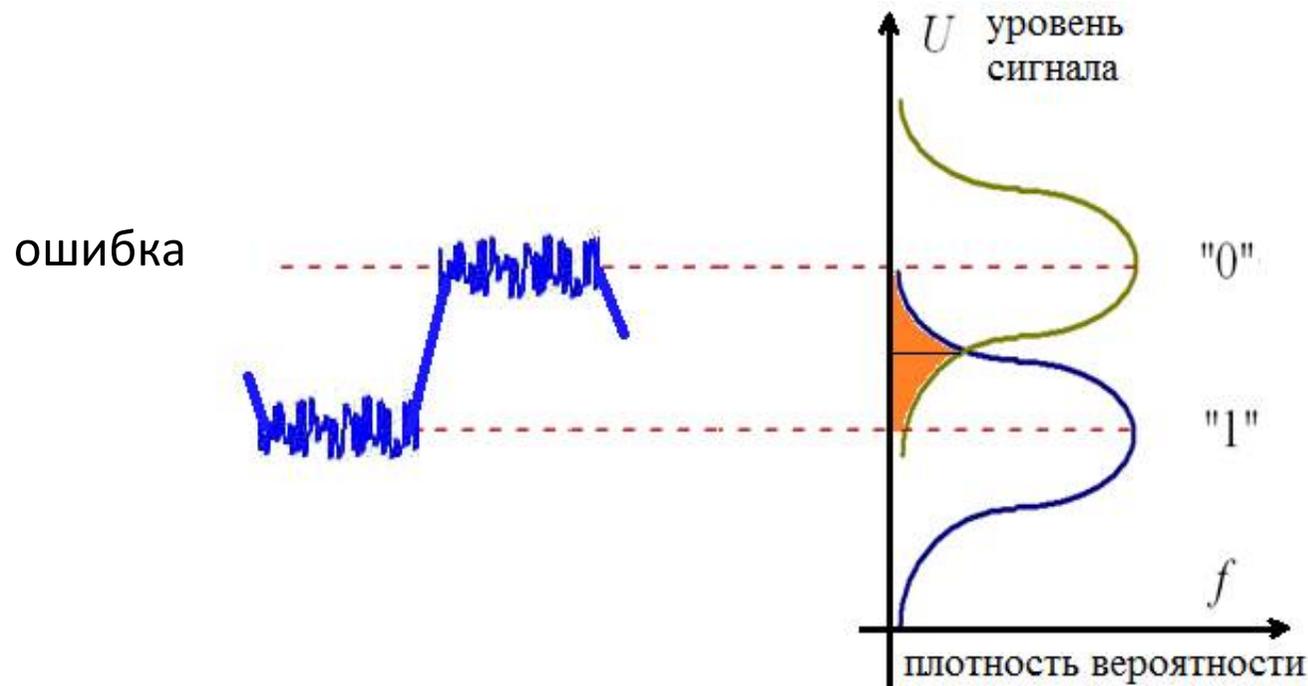
- ✓ тепловое воздействие
- ✓ радиационное воздействие
- ✓ электромагнитное поле
- ✓ акустическое излучение
- ✓ другое



1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях

○ Угроза доступности: управление доступом к трафику

- ❖ в цифровых каналах с бинарным кодированием качество связи оценивается по вероятности появления ошибочного бита BER (Bit Error Rate) = отношению числа неправильно распознанных (ошибочных) битов к общему числу принятых битов за фиксированный промежуток времени



1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях

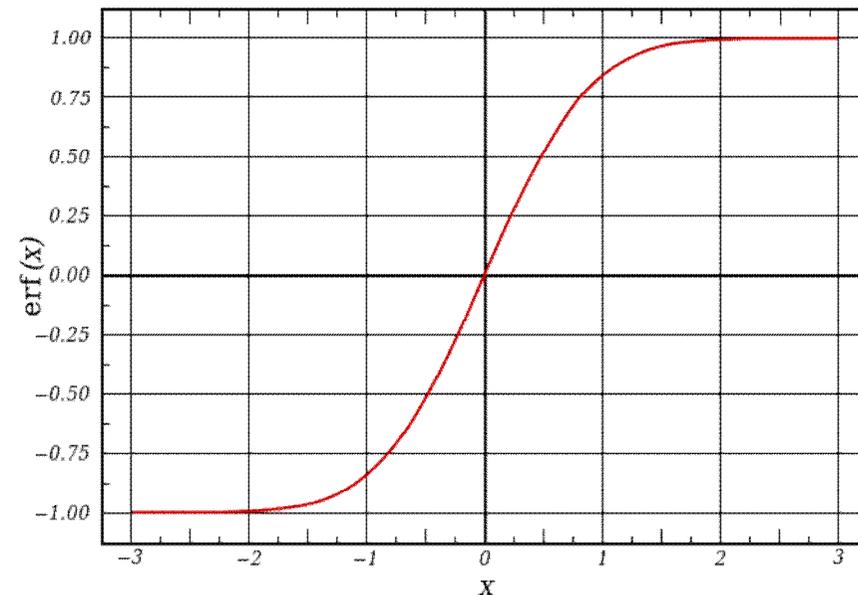
○ Угроза доступности: управление доступом к трафику

- ❖ в цифровых каналах качество связи определяется по вероятности появления ошибочного бита BER (Bit Error Rate), при бинарном кодировании

$$BER \approx \frac{1}{2} \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{SNR}{2\sqrt{2}} \right) \right],$$

где $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-t^2) dt$

функция ошибок



- ✓ таким образом, увеличивая шум в канале связи будет падать отношение сигнал/шум (SNR) и расти вероятность появления ошибочного бита (BER);
- ❖ замечание: BER – это CPL т.е. коэффициент защищенности для линии связи

1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях

○ Угроза доступности: управление доступом к трафику

❖ шумы в канале связи

$$N = N_M + N_A = \eta S + N_A$$

- ✓ здесь N_M - мощность мультипликативных шумов (искажений), N_A - мощность аддитивных шумов (помехи), S – мощность полезного сигнала
- ✓ основной вклад дают мультипликативные шумы (искажения) N_M , а мощность аддитивных шумов (помех) $N_A \rightarrow 0$



1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях

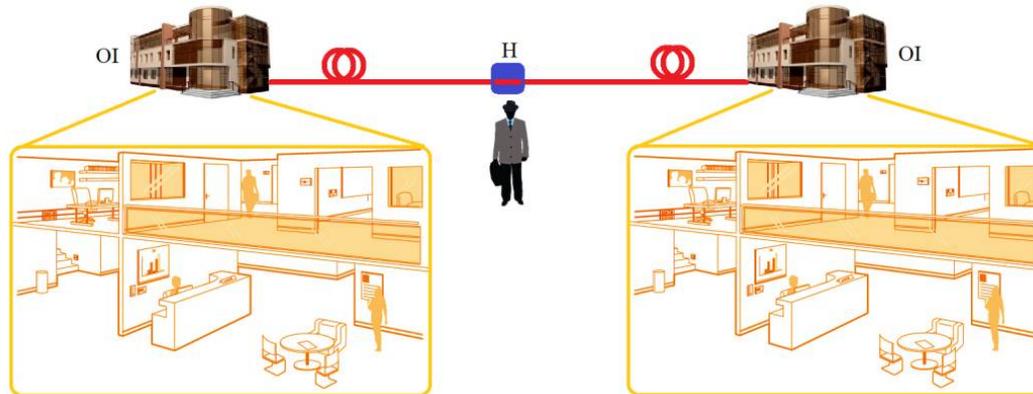
○ Угроза конфиденциальности: НСИ (перехват трафика) с помощью ТСП

❖ перехват трафика с помощью ТСП – основная угроза создаваемая нарушителем

ТКУИ для реализации перехвата трафика зависит от многих параметров:

типа информативного сигнала, места перехвата, вида сети, инфраструктуры

□ наша задача состоит в анализе перехвата трафика из сети на участке прохождения информационных сигналов в оптической линии (кабеле, коммутационных узлах и других физических элементах оптической сети)



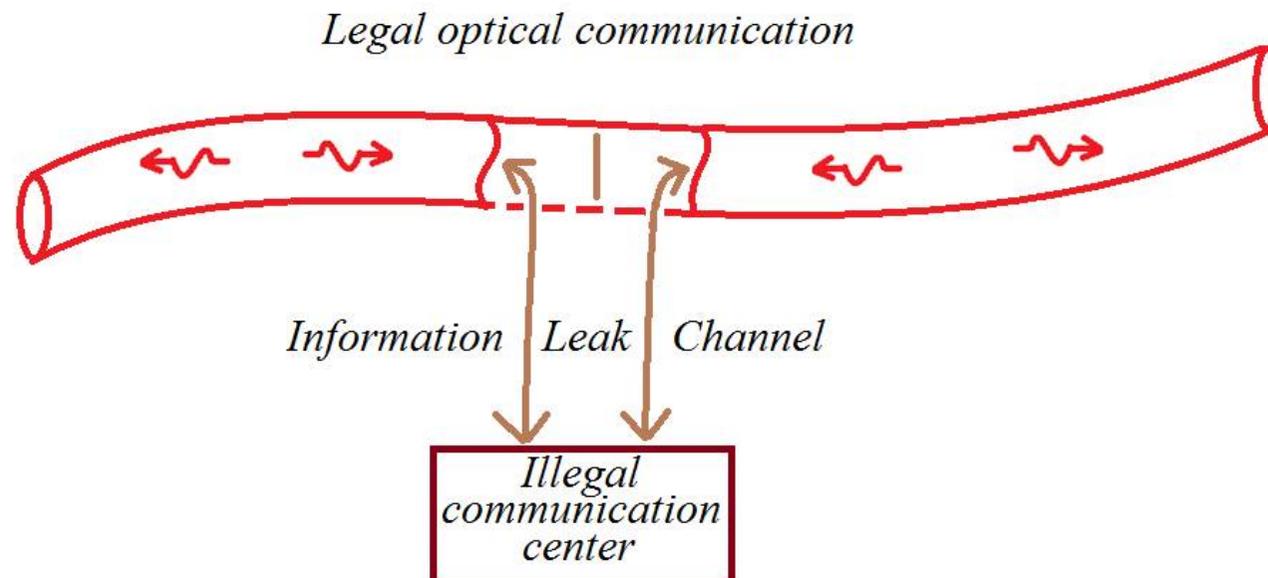
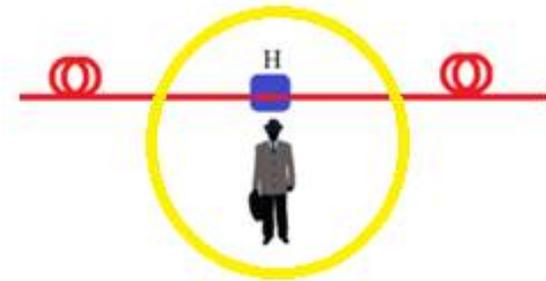
1. Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях

○ Угроза целостности: фальсификация трафика

❖ трудности связаны с необходимостью не только регистрации информативного сигнала, но и с обработкой перехваченного сигнала, и возвращение его в штатный канал связи;

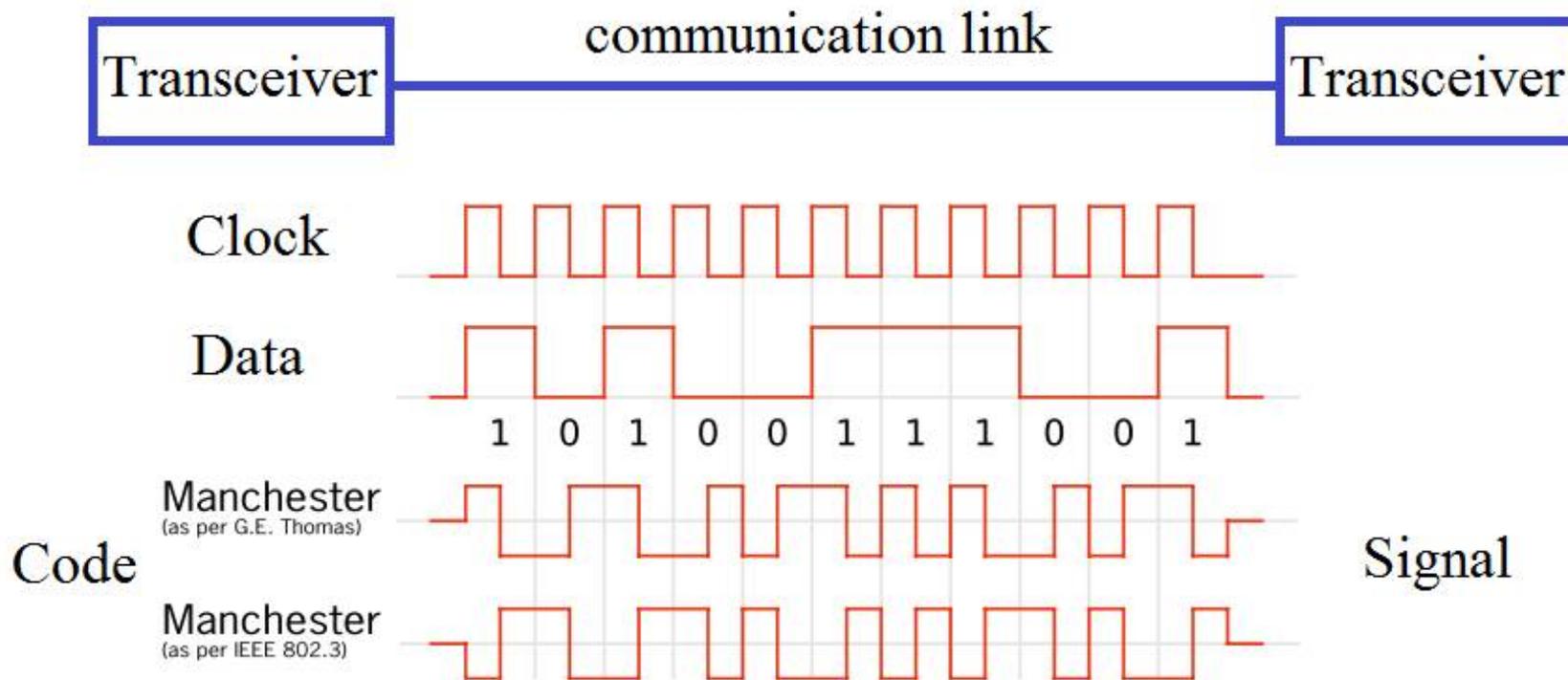
т.о. требуется создание ложного узла связи

возможно только при прямом присоединении к сети



2. Обобщенный сценарий перехвата трафика

- **Перехват трафика** - это неправомерное получение информации с использованием ТСП, осуществляющих обнаружение, прием и обработку информативных сигналов;
-
- ❖ информативный сигнал в системе перехвата трафика соответствует штатным сигналам, т.е. чаще всего является цифровым сигналом систем СВЯЗИ

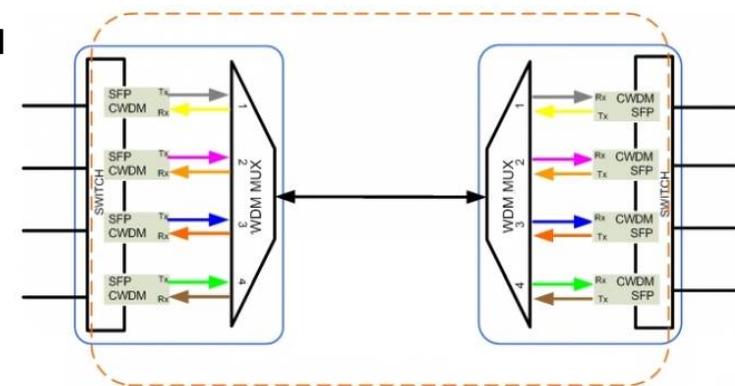
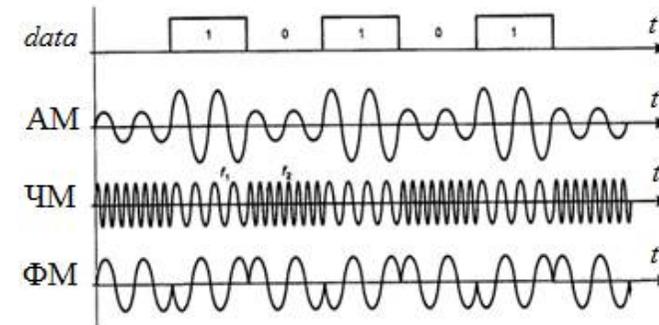


2. Обобщенный сценарий перехвата трафика

- Информативный сигнал в системе перехвата трафика –
представление цифрового сигнала

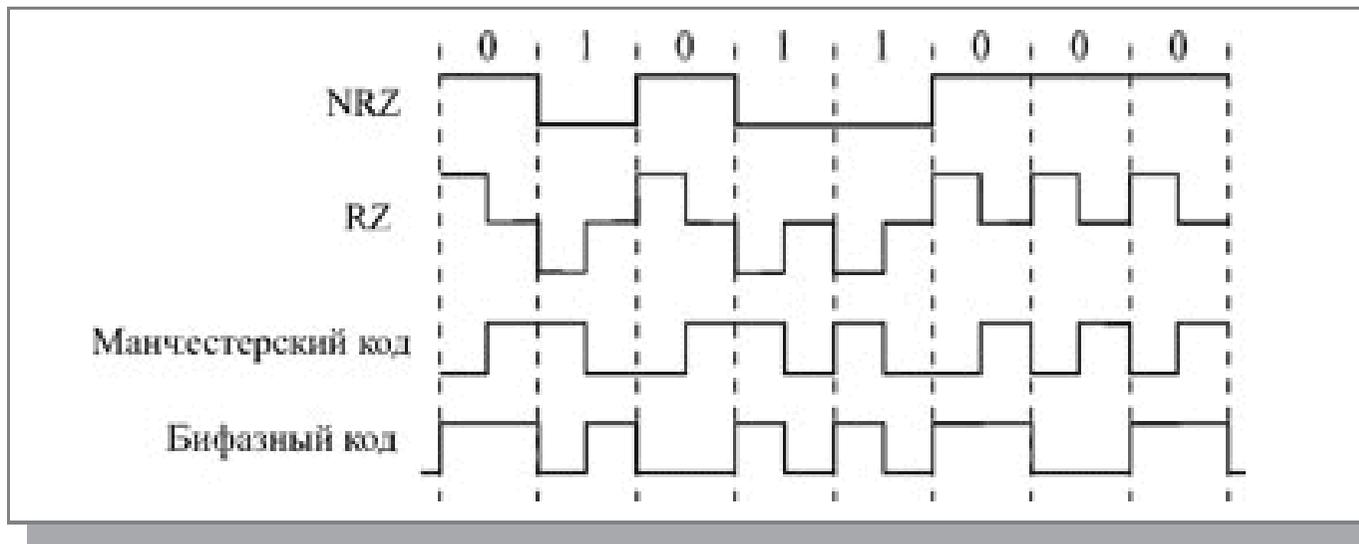
методы кодирования – это установление соответствия между элементами сообщения и сигналами, при помощи которых эти элементы могут быть зафиксированы

методы уплотнения – это построение системы связи, обеспечивающий одновременную и независимую передачу сообщений от многих отправителей к такому же числу получателей



2. Обобщенный сценарий перехвата трафика

○ Методы цифрового кодирования



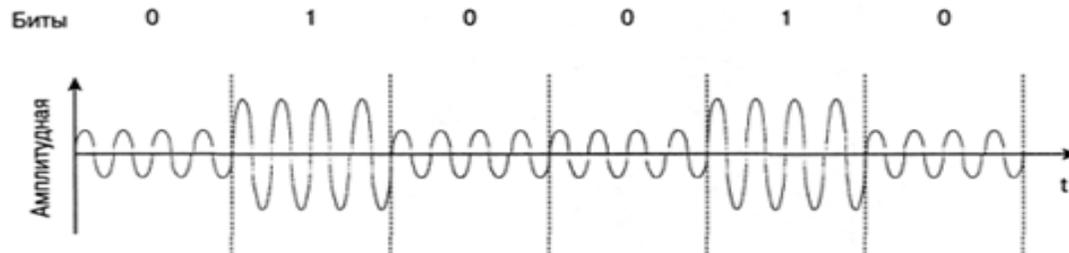
- ✓ NRZ (Non Return to Zero) кодированием без возвращения к нулю
- ✓ RZ (Return to Zero) кодирование с возвращением к нулю
- ✓ PE (Phase Encode or Manchester Encode) фазовое кодирование, манчестерское кодирование

2. Обобщенный сценарий перехвата трафика

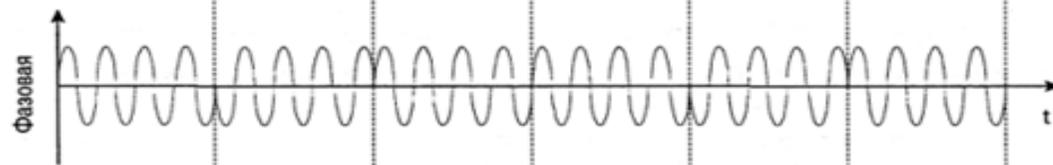
○ Методы цифрового кодирования

форматы модуляции в оптических сетях (с цифровым кодированием)

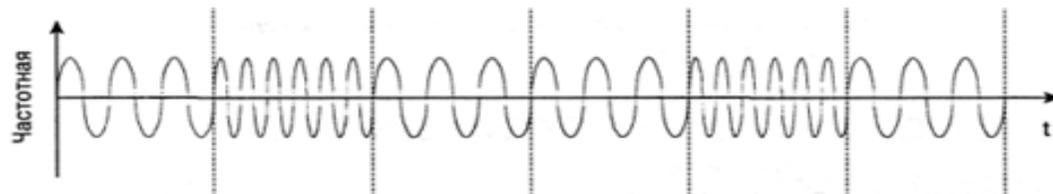
амплитудная модуляция
(ASK, Amplitude Shift Keying)



фазовая модуляция
(PSK, Phase Shift Keying)



частотная модуляция
(FSK, Frequency Shift Keying)



и их различные виды, а также смешанная модуляция

например: квадратурная модуляция (ASK-PSK) совмещающая амплитудную и фазовую модуляцию

2. Обобщенный сценарий перехвата трафика

○ Методы уплотнения (мультиплексирования, multiplexing)

- ❖ основной метод увеличения пропускной способности (скорости передачи информации) в ВОСПИ, к ним относятся
- ✓ временное уплотнение (TDM, *Time Division Multiplexing*), состоит в увеличении частоты передачи сигналов;
- ✓ пространственное уплотнение, состоит в увеличении числа волокон в многожильном оптическом кабеле;
- ✓ спектральное уплотнение (WDM, *Wavelength Division Multiplexing*), состоит в одновременной передаче по волокну нескольких оптических сигналов на несущих с различными длинами волн;
- модовое уплотнение, состоит в передаче сигналов по многомодовому оптическому волокну на разных оптических модах волновода.
- помимо названных способов, в стадии лабораторного исследования находятся поляризационное уплотнение и уплотнение, основанное на использовании когерентных свойств оптического излучения.

2. Обобщенный сценарий перехвата трафика

○ **Выполнение перехвата трафика**

- ❖ кроме знания особенностей информативного сигнала нарушитель должен знать как функционирует система передачи информации и её физическое исполнение:
 - ✓ используемый тип синхронизации элементов сети;
 - ✓ расположение основных элементов сети;
 - ✓ расположение и тип используемого активного оборудования;
 - ✓ знание физической топологии сети;
 - ✓ тип оптической сети;

2. Обобщенный сценарий перехвата трафика

○ Сценарий перехвата трафика

ЭТАПЫ

- I. выявление архитектуры и топологии сети, включающее выявление кабельной инфраструктуры, размещение кабеля, определение расположения коммутационных узлов;
- II. определение типа оптического кабеля, волокна и выявление характерных неоднородностей кабельной системы – мест сварки и разъемных соединений, типов коммутационных элементов;
- III. получение физического доступа к оптическому кабелю, подбор ТСП, подключение к оптическому каналу и реализация съема информации;
- IV. проведение мероприятий по повышению эффективности перехвата трафика;
- V. регистрация сигнала утечки информации и осуществление перехвата трафика.

3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ **Архитектура оптической сети и её топология**

архитектура сети — концепция взаимосвязи компонентов сети, включающая совокупность принципов логической и физической организации структуры сети, а также принципы функционирования технических и программных средств, определяет протоколы и интерфейсы сети.

топология сети — физическая структура сети с конкретными связями между сетевыми элементами в сети.



выделяются

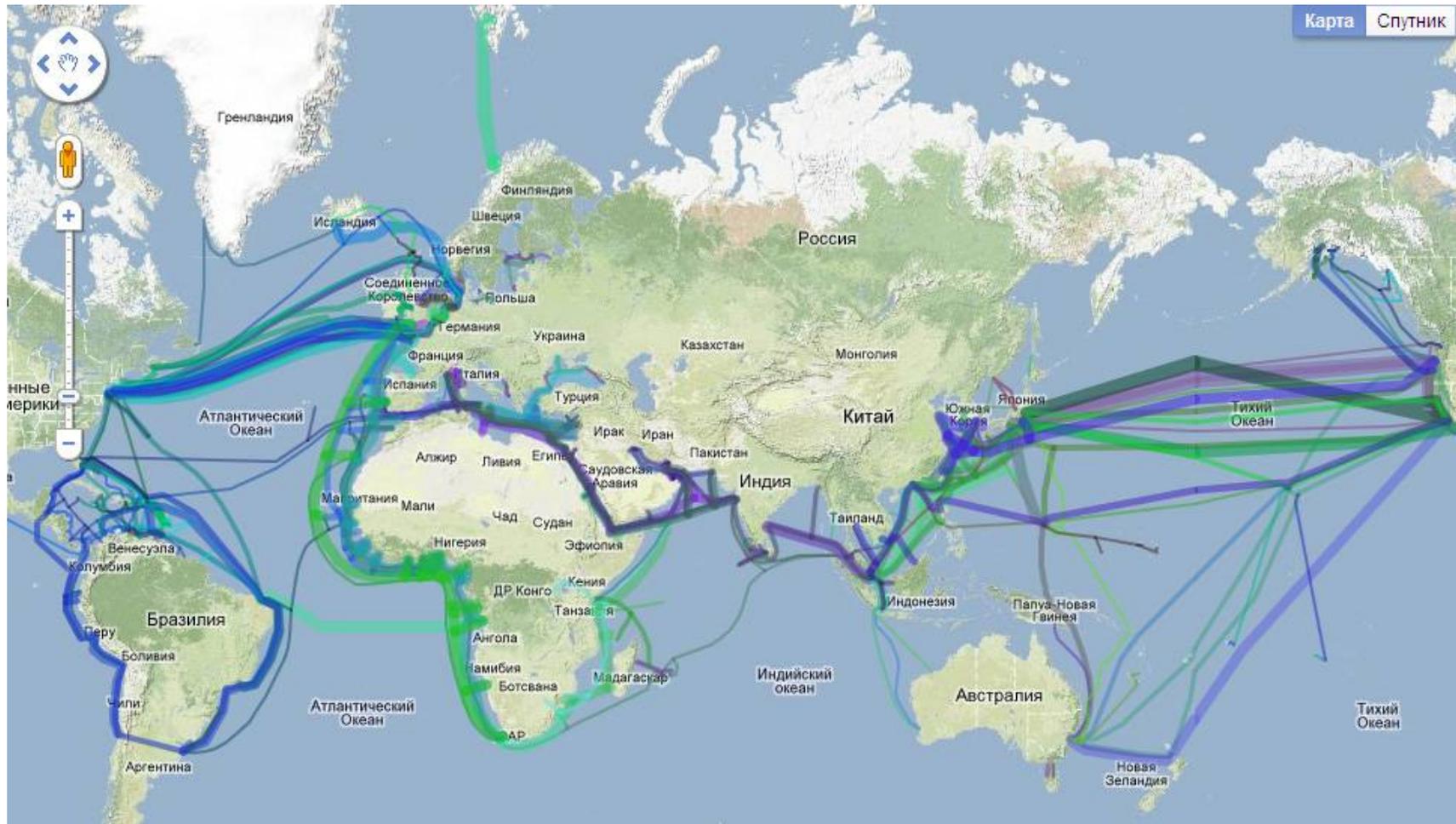
системы дальней связи — телекоммуникации

системы локальной связи — сети абонентского доступа,

каналы связи измерительных сетей

3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- **Телекоммуникации – подводные телекоммуникации (более 1 млрд. км)**



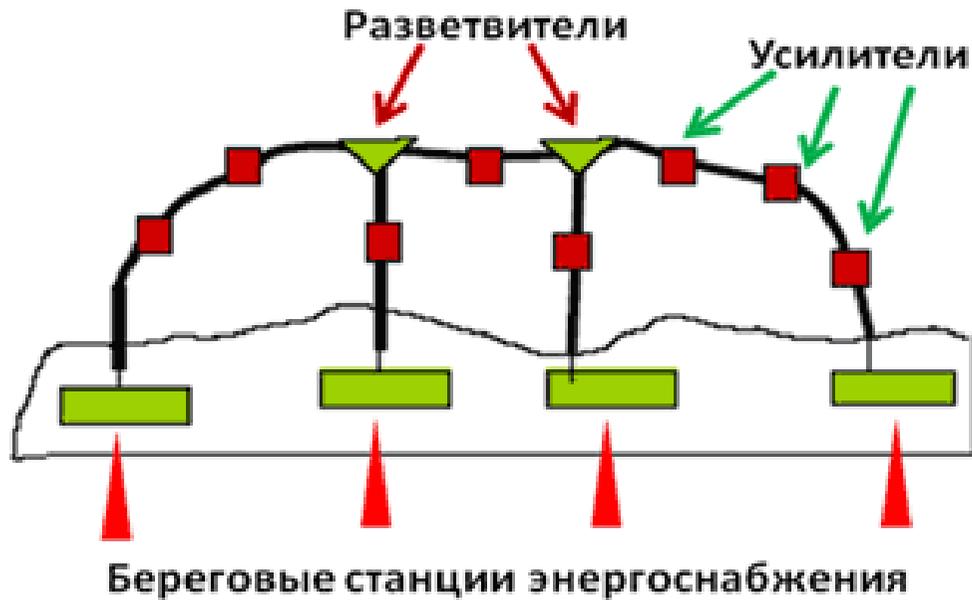
3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- Телекоммуникации – подводные телекоммуникации (проектируемые)



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- **Телекоммуникации – подводная кабельная система: структура**

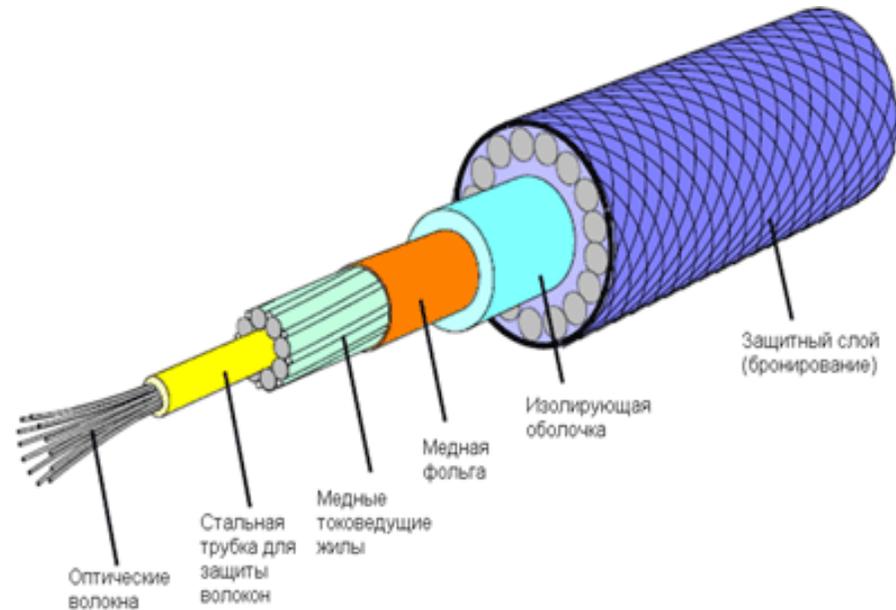


оптический кабель для подводной прокладки
оптический усилитель через 50 км и более



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

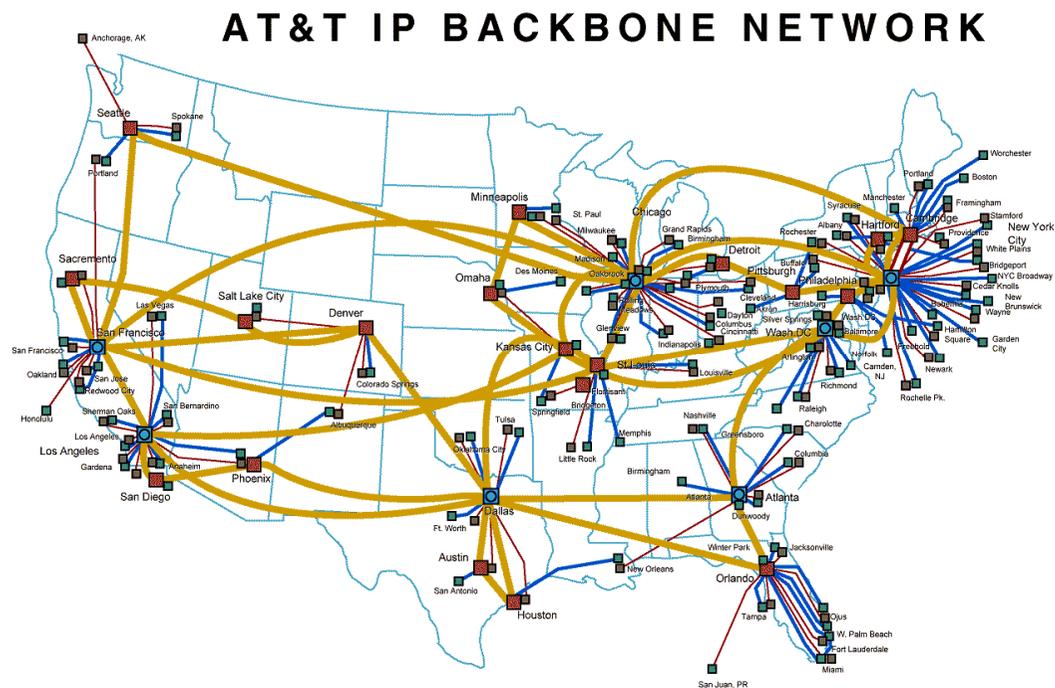
○ Телекоммуникации – подводная кабельная система: монтаж



- ✓ прокладка подводного оптического кабеля длина участка 50 км
- ✓ общая протяженность оптических телекоммуникаций более 1 млрд. км с пропускной способностью кабеля более Тб/сек
- ✓ внедряется 100G Ethernet с емкостью волокна 100 Гб/сек на одну длину волны λ

3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- Телекоммуникации – наземные телекоммуникации



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ Телекоммуникации – структура наземных телекоммуникаций



Соединительные муфты

Усилители

Длина линии

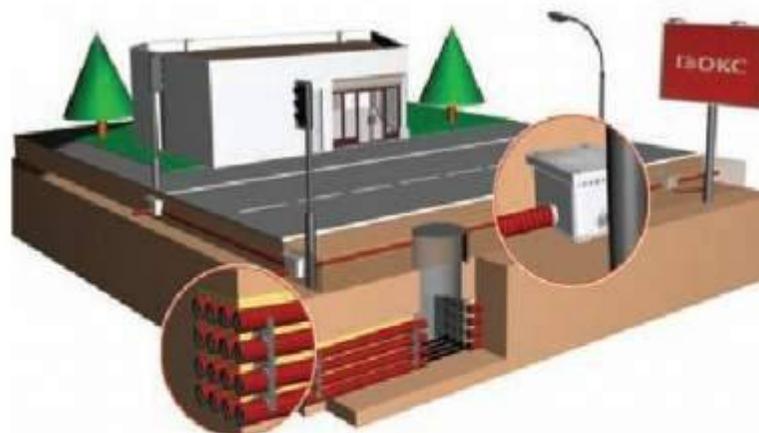
через 5 – 10 км,

через 50 – 100 – 200 км

порядка 1000 – 2000 – 3000 и более км

3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- **Телекоммуникации – подземная кабельная система**



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- **Телекоммуникации – подвесная кабельная система**



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- **Телекоммуникации – внутригородские кабельные системы**



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ Телекоммуникации

оптический кабель внешней прокладки



кабель подвесной
с тросом



кабель
в канализацию



кабель
в грунт



кабель
в трубы
на стены

3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ **Архитектура абонентского доступа**

- ❖ технология PON заключается в использовании одного приемопередающего модуля OLT (optical line terminal) в центральном офисе CO (central office) для передачи информации множеству абонентских устройств ONT (optical network terminal в терминологии ITU-T) или ONU (optical network unit в терминологии IEEE) и приема информации от них.
- AON (all-optical network) - полностью оптическая сеть
- PON (passive optical network) – оптический абонентский доступ с использованием только пассивных волоконно-оптических элементов на участке от центрального офиса до абонента
- особенности технологии PON:
 - активное оборудование в оконечных устройствах
 - широкополосность (обеспечение услуги TriplePlay и т.д.)
 - широковещательность (необходимость защиты трафика)

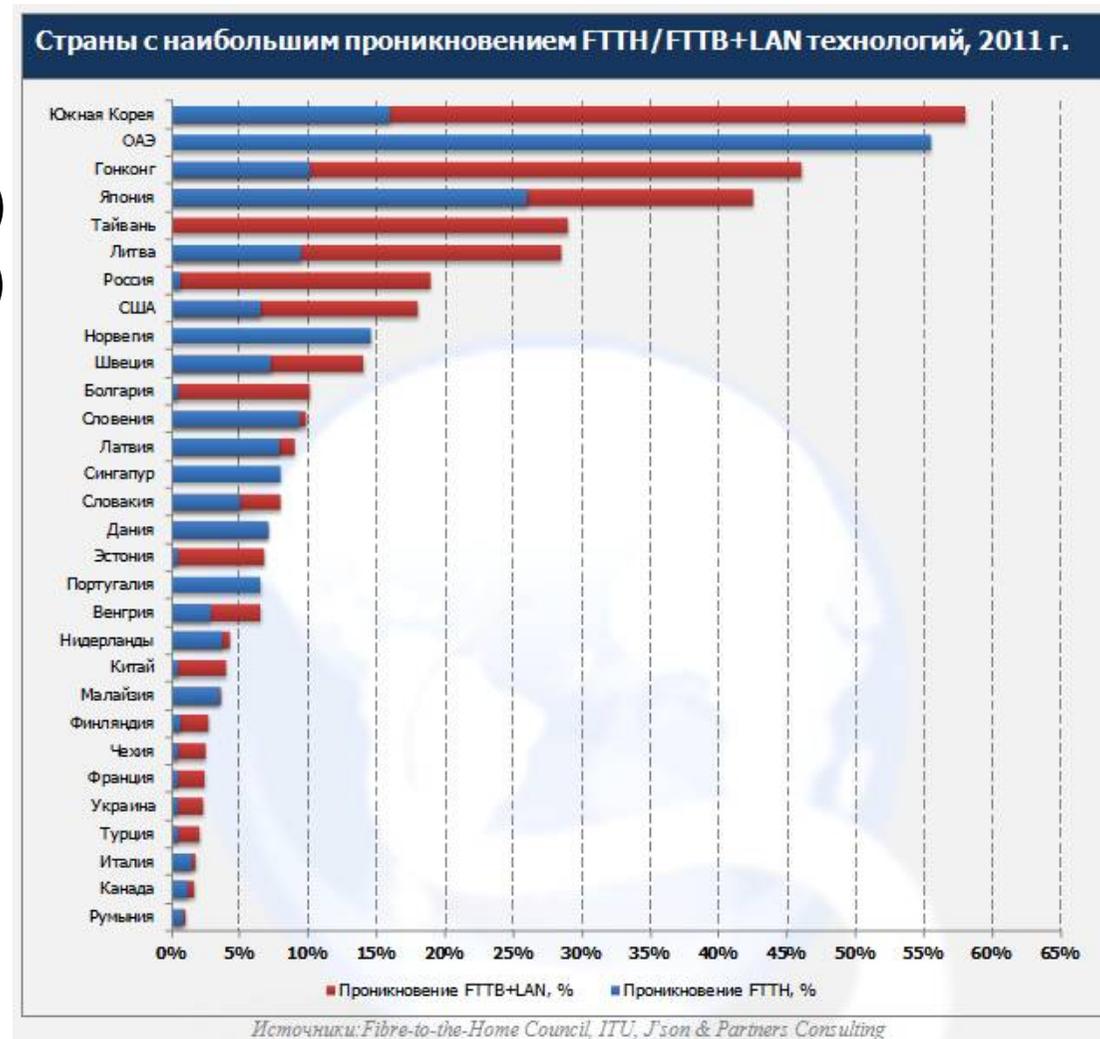
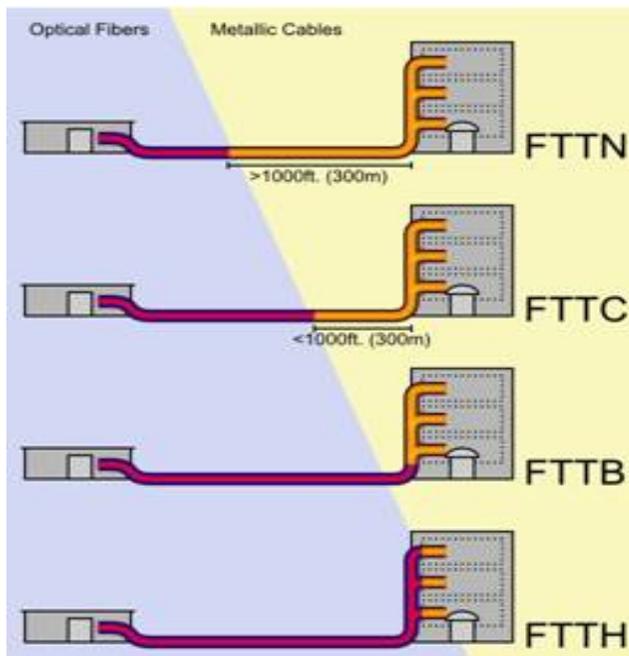
3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ **Архитектура абонентского доступа – проникновение технологии PON**

волокно до X

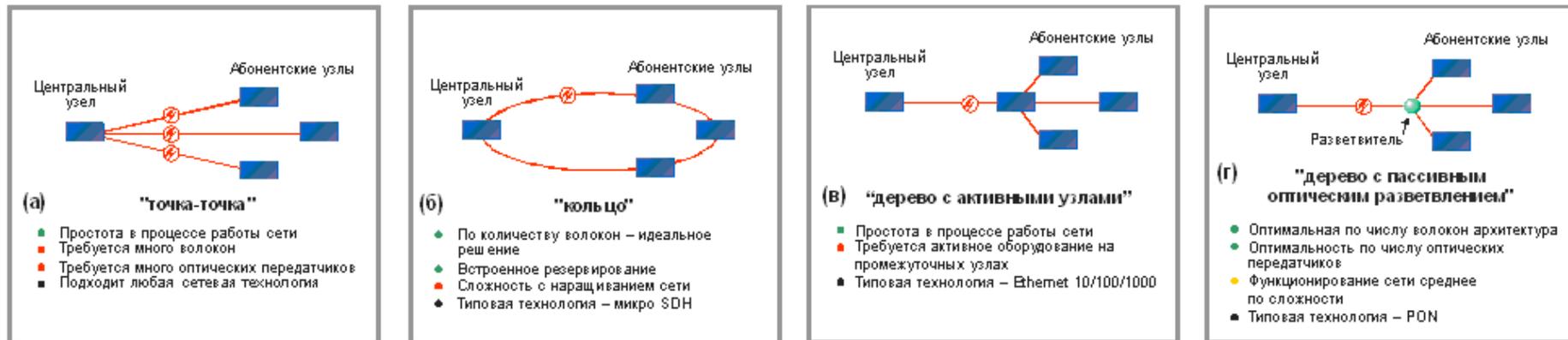
Fiber To The X (FTTX), где

X= Home(дом)/Building(здание)
/Curb(микрорайон)/Node(узел)

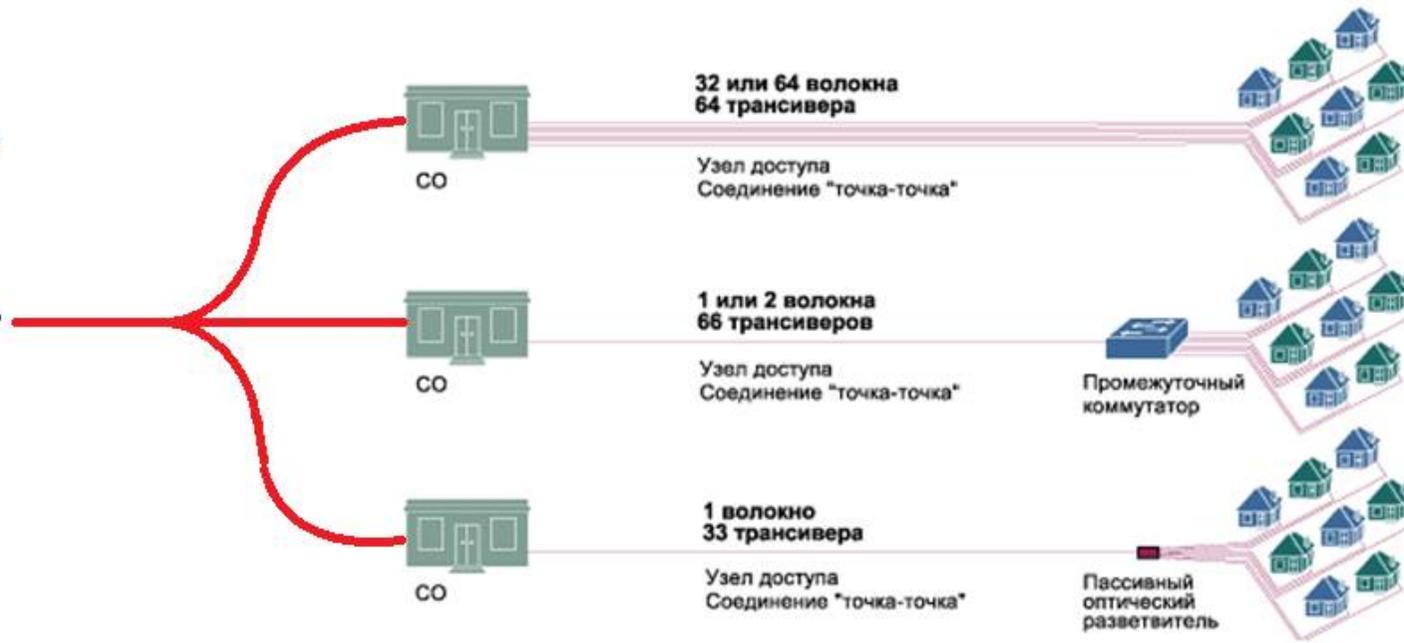


3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ Архитектура абонентского доступа



оптические телекоммуникации



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ **Архитектура абонентского доступа**

Основные преимущества технологии PON

1. Экономия волокон. До 128 абонентов на волокно, протяженность до 60 км
2. Эффективное использование полосы пропускания оптического волокна
3. Скорость до 2,488 Гбит/с по нисходящему потоку (к абоненту) и 1,244 Гбит/с по восходящему потоку (от абонента) при асимметричном режиме, т.е. скорость передачи к абоненту превышает скорость передачи от абонента
4. Надежность. В промежуточных узлах дерева находятся только пассивные оптические разветвители, не требующие обслуживания.
5. Масштабируемость. Древовидная структура сети доступа дает возможность подключать новых абонентов самым экономичным способом.
6. Возможность резервирования как всех, так и отдельных абонентов
7. Гибкость. Использование ATM (Asynchronous Transfer Mode) в качестве транспорта позволяет предоставлять абонентам именно тот уровень сервиса, который им требуется.
8. Данные по сети передаются в виде ячеек ATM.
9. Возможен симметричный и асимметричный режимы работы.

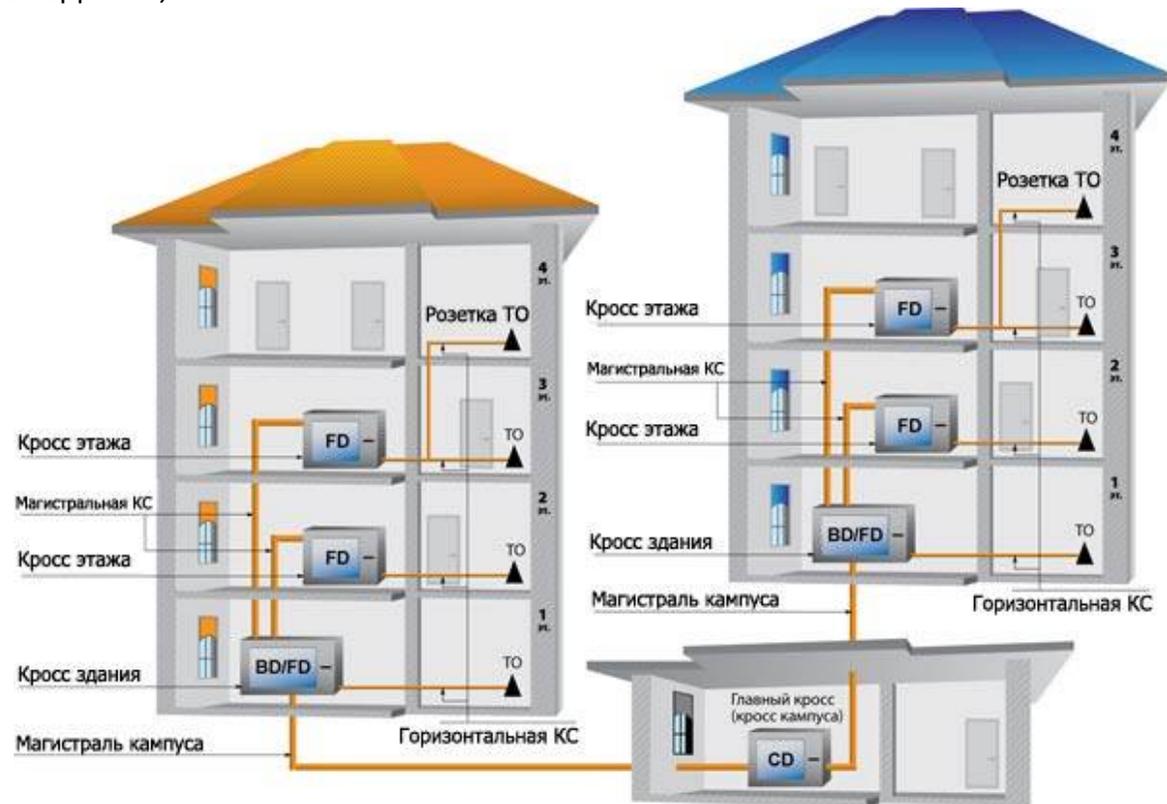
3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ Структурированные кабельные системы

— физическая основа инфраструктуры здания, позволяющая свести в единую систему множество сетевых информационных сервисов разного назначения: локальные вычислительные и телефонные сети, системы безопасности, видеонаблюдения и т.д. СКС представляет собой иерархическую кабельную систему, смонтированную в здании или в группе зданий, которая состоит из структурных подсистем.

СКС содержит подсистемы

- ✓ магистральную подсистему комплекса зданий;
- ✓ магистральную подсистему здания;
- ✓ горизонтальную подсистему этажа;



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

○ Структурированные кабельные системы

— структурные элементы технологий AON и PON



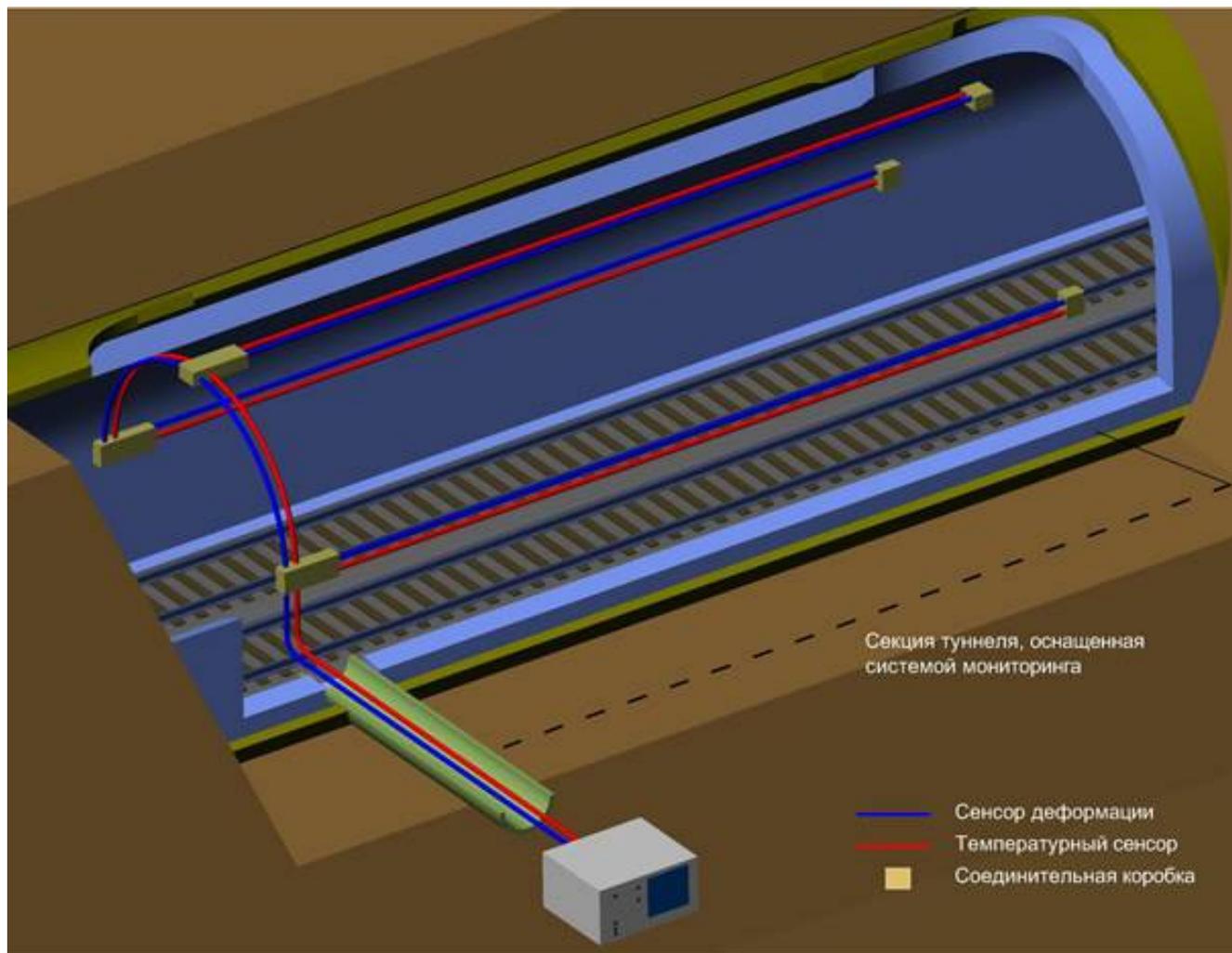
места соединения и коммутации оптические кроссы и муфты



места соединения с активным оборудованием, скрутка кабеля

3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- **Измерительные сети**



3. Выявление архитектуры и топологии оптической сети

- **Распространенность волоконно-оптических технологий**

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

телекоммуникации – кабельные телекоммуникации перешли на волокно
локальные сети – технология пассивных оптических сетей приходит к абоненту
в зависимости от страны до 60% (Южная Корея), в России - 20% (на 2011 г)

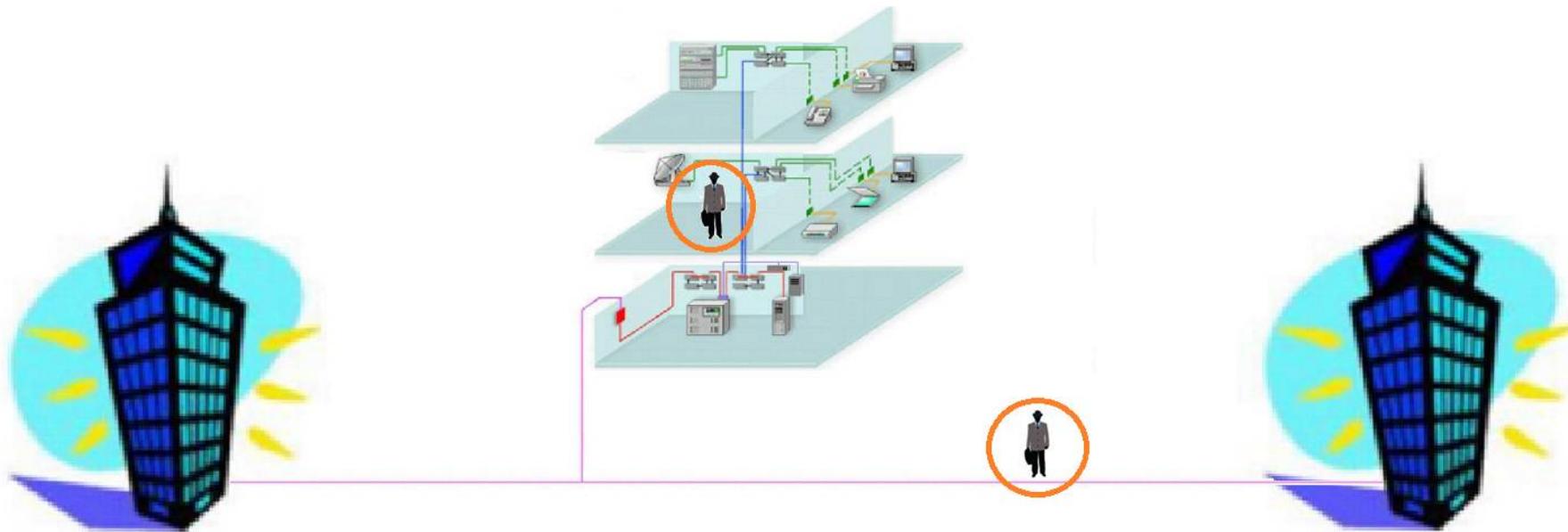
измерительные сети

интенсивно внедряются в качестве распределенных измерительных сетей для
протяженных объектов (охрана периметра, контроль состояния и др.)

4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

- **Перехват трафика в оптических инфокоммуникациях объекта**

телекоммуникации и локальные сети имеют различную инфраструктуру



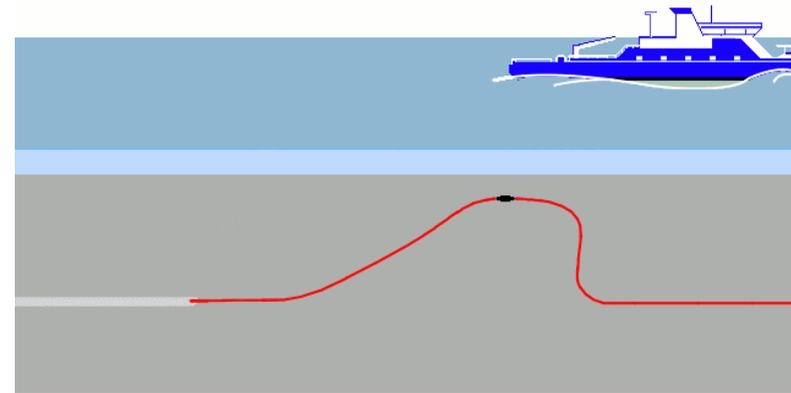
это определяет сценарий действий нарушителя, используемые им технические средства на всех этапах сценария

4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

- **Перехват трафика в телекоммуникациях / внешний нарушитель**

поиск и подключение к оптической кабельной сети

– подводные кабельные коммуникации



4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

○ Перехват трафика в телекоммуникациях / внешний нарушитель

поиск и подключение к оптической кабельной сети
– подземные кабельные коммуникации

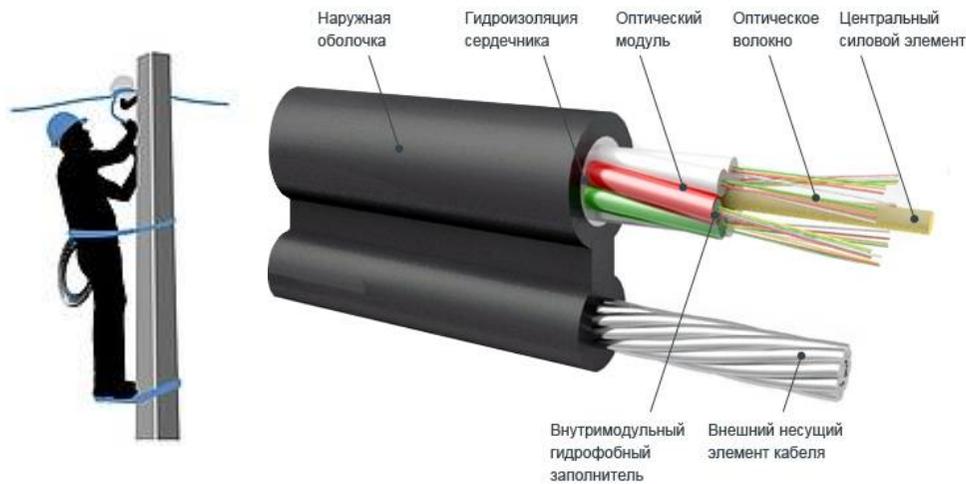


4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

○ Перехват трафика в телекоммуникациях /внешний нарушитель

поиск и подключение к оптической кабельной сети

– подвесные кабельные коммуникации



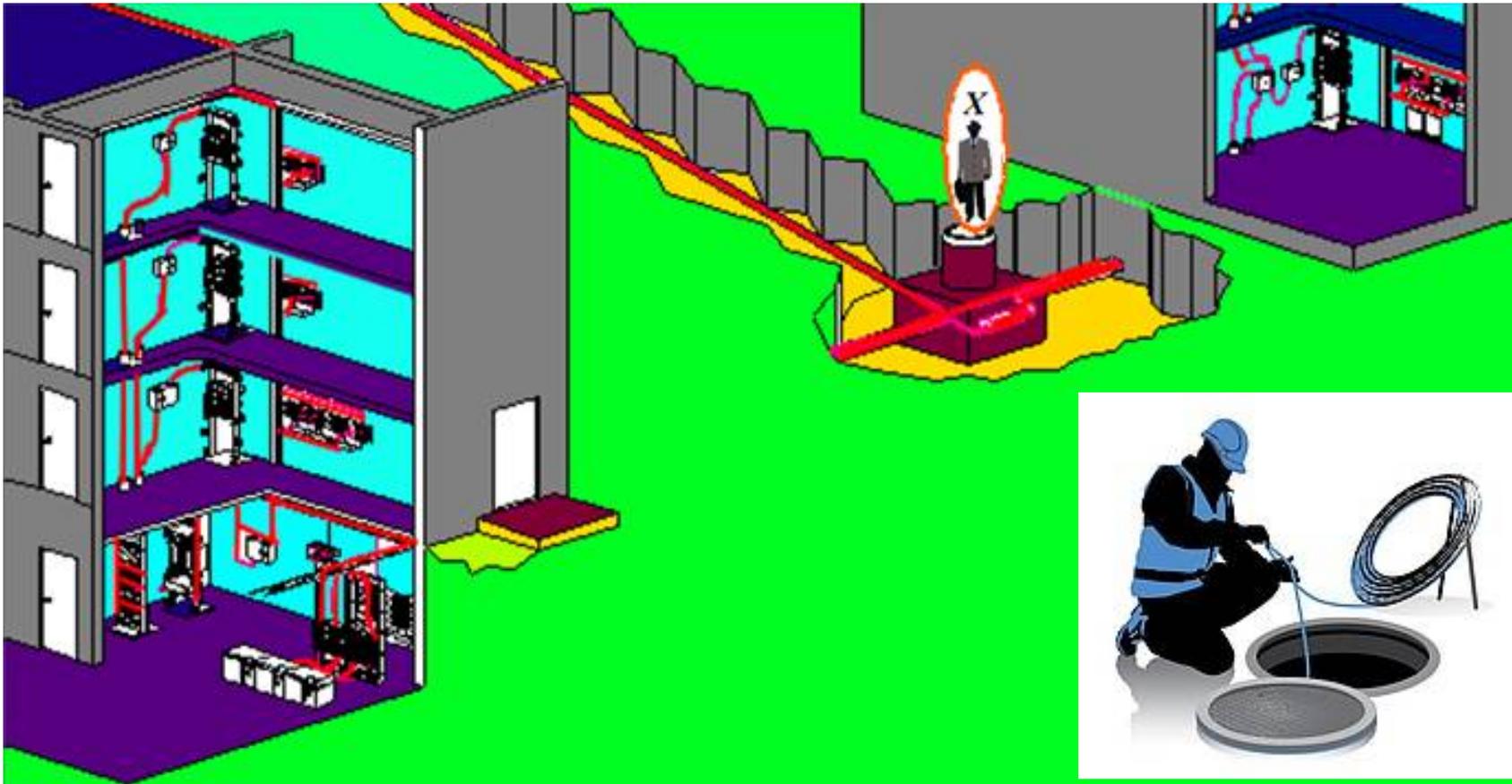
Воздушные отводы в дома

- 1 - кабельный зажим
- 2 - оптический кабель (16 или 32 волокна)
- 3 - отводной ОК (2 волокна)
- 4 - короб хранения запасов кабелей
- 5 - оптическая муфта со сплиттером

4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

- **Перехват трафика в телекоммуникациях / внешний нарушитель**

поиск и подключение к оптической кабельной сети
– городские кабельные коммуникации



4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

○ **Перехват трафика в телекоммуникациях / внешний нарушитель**

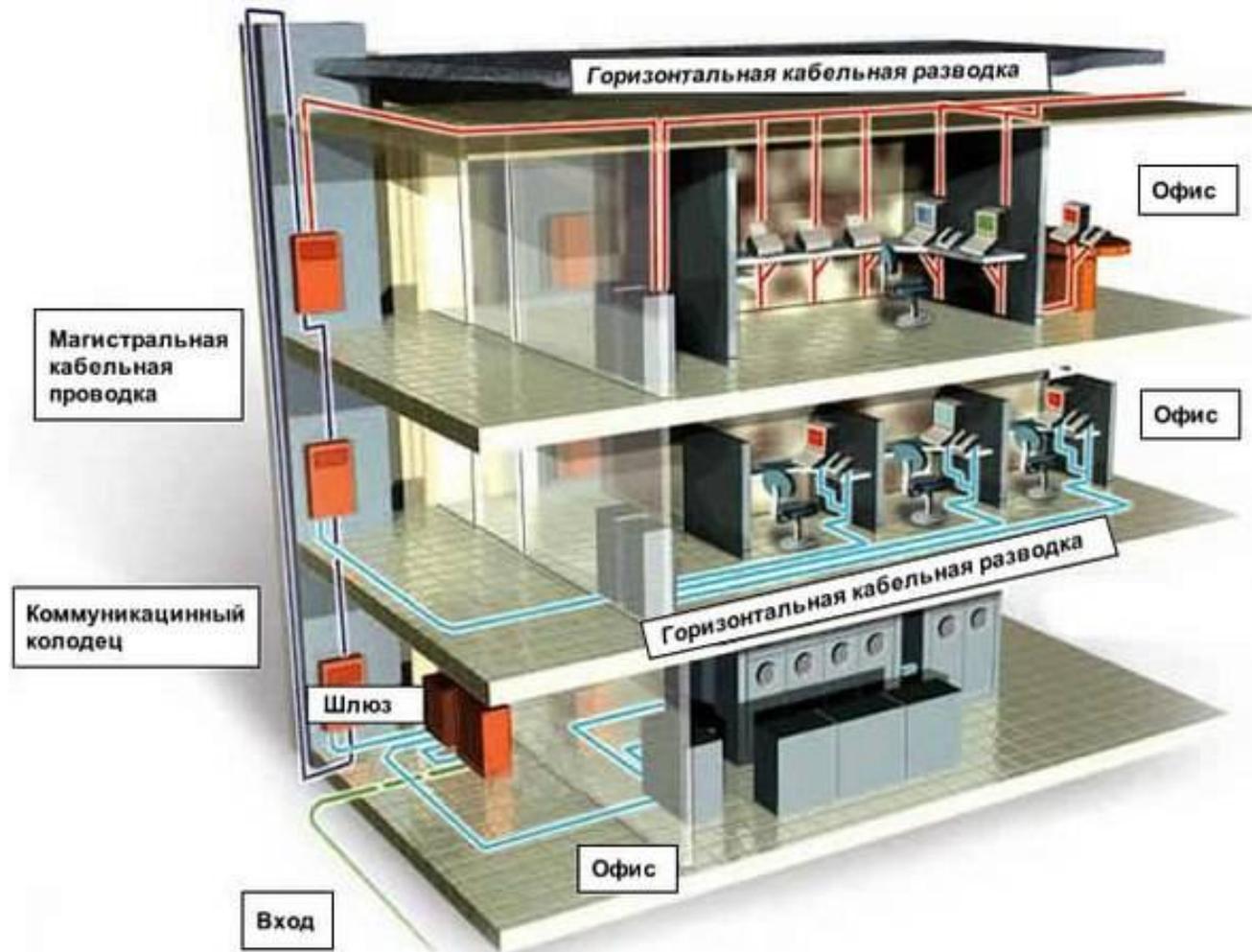
ВЫВОДЫ

- ✓ при перехвате в оптических телекоммуникациях действия нарушителя и используемые ТСР определяются видом телекоммуникации (подземная, подводная, подвесная, городские коммуникации);
- ✓ каждый вид телекоммуникаций подвержен угрозе перехвата, опасность определяется техническими возможностями нарушителя (государство, компания, одиночка);

4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

- **Перехват трафика в локальных сетях / внутренний нарушитель**

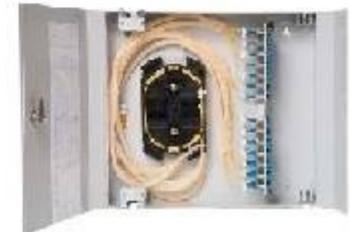
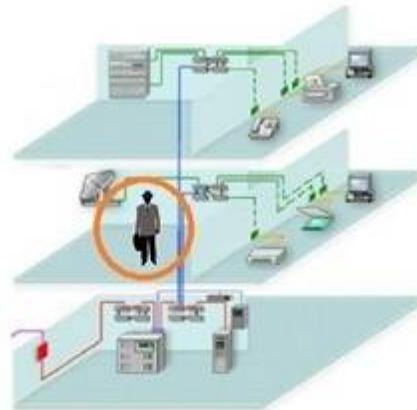
общая
структура
СКС



4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

○ **Перехват трафика в локальных сетях / внутренний нарушитель**

Доступ
к сети



4. Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем

○ **Перехват трафика в локальных сетях / внутренний нарушитель**

ВЫВОДЫ

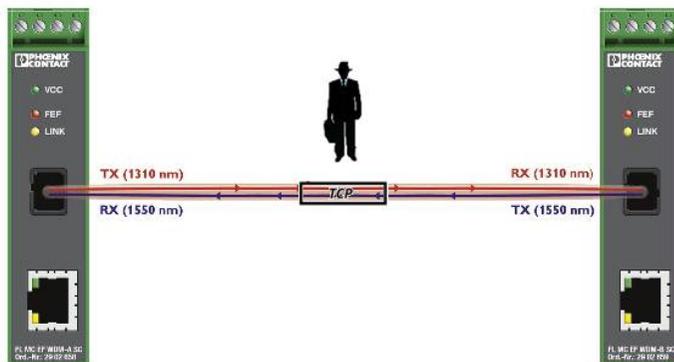
- ✓ при перехвате в сетях абонентского доступа (на последней миле) и структурированных кабельных системах действия нарушителя и используемые ТСР определяются расположением кабельных каналов, коммутационных элементов, топологией кабельной сети;
- ✓ каждый участок сети подвержен угрозе перехвата, опасность определяется техническими возможностями нарушителя (государство, компания, одиночка);

5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

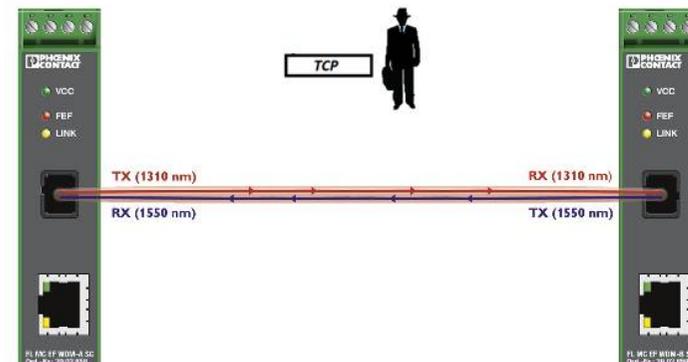
○ Методы НСИ

- ❖ прохождение информационного сигнала в виде оптического излучения по волокну может быть зарегистрирован двумя способами

контактным



дистанционным

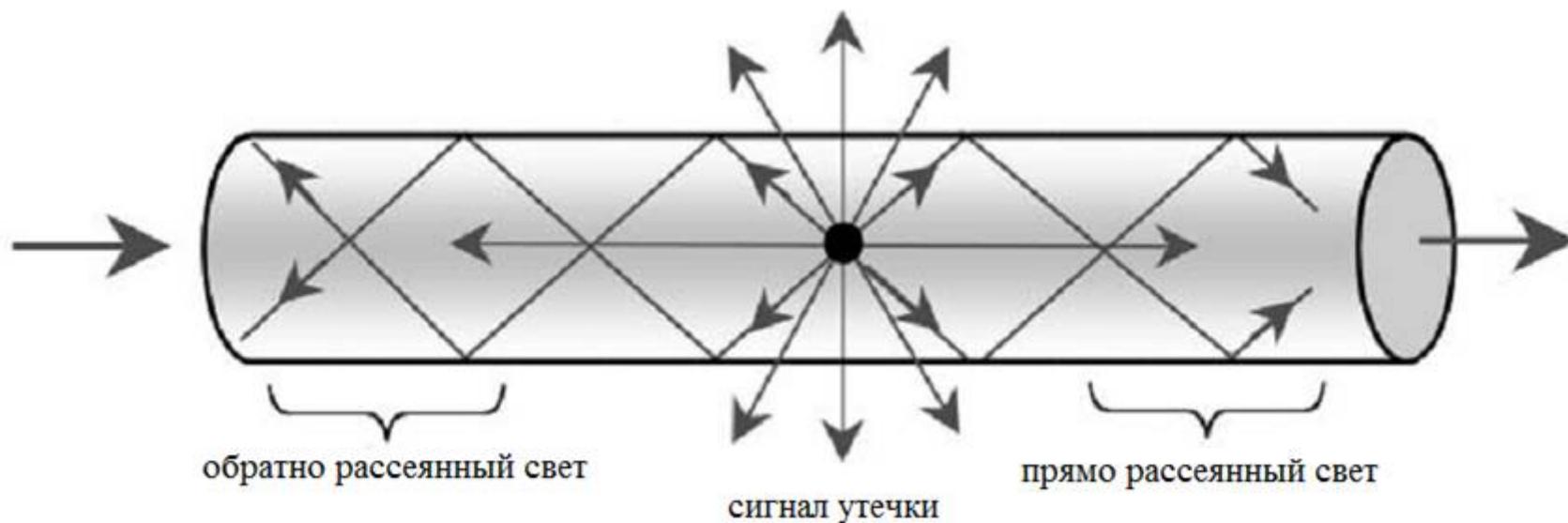


- ✓ контактный – включение в сеть или вывод части оптического излучения
- ✓ дистанционный – регистрация проходящих излучений и связанных с ним информативных полей в виде побочных и сопровождающих излучений

5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

○ Методы НСИ

- ❖ в оптических инфокоммуникациях информативный сигнал формируется при прохождении оптического сигнала по волокнам оптического кабеля в результате взаимодействия с веществом волокна и вызывает рассеяние света и другие эффекты



5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

○ Методы НСИ – дистанционный съем

❖ на основе равномерного по длине волокна рассеяния света

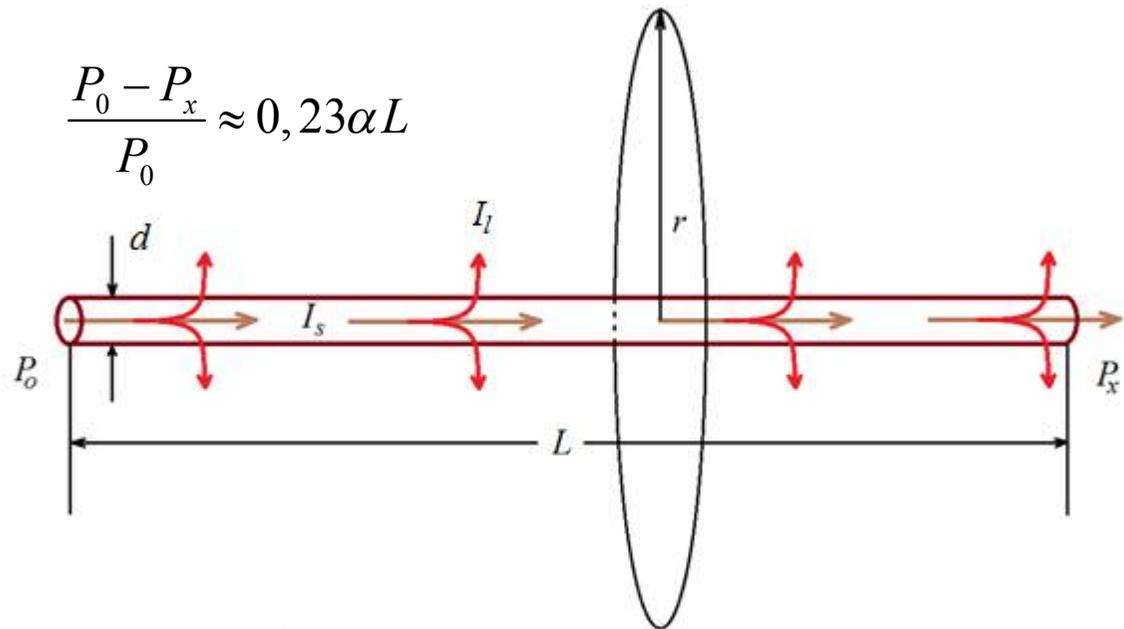
P_0 , P_x — мощность информационного сигнала на входе и на выходе канала, I_s — интенсивность информационного сигнала в волокне, I_l — интенсивность сигнала утечки, L — длина волоконно-оптического канала связи, d — диаметр модового поля в оптоволокне, r — расстояние от волокна до точки наблюдения. максимальный уровень сигнала утечки αL [дБ] от информационного сигнала, где α [дБ/км] — потери на единицу длины волокна

$$P_x = P_0 \exp(-0,23\alpha L)$$

$$I_s = \frac{4P_0}{\pi d^2} \quad I_l = \frac{P_0 - P_x}{2\pi rL}$$

$$\frac{I_l}{I_s} = 0,03\alpha d \left(\frac{d}{r} \right) \sim \frac{d}{r}$$

$$\alpha = 0,2 \text{ dB/km}; d = 25 \mu\text{m}; r = 2,5 \text{ m} \Rightarrow 10 \lg \left(\frac{I_l}{I_s} \right) \approx -100 - 10 \lg \left(\frac{d}{r} \right) \text{ dB} \approx -150 \text{ dB}$$



5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

○ Методы НСИ – дистанционный съем

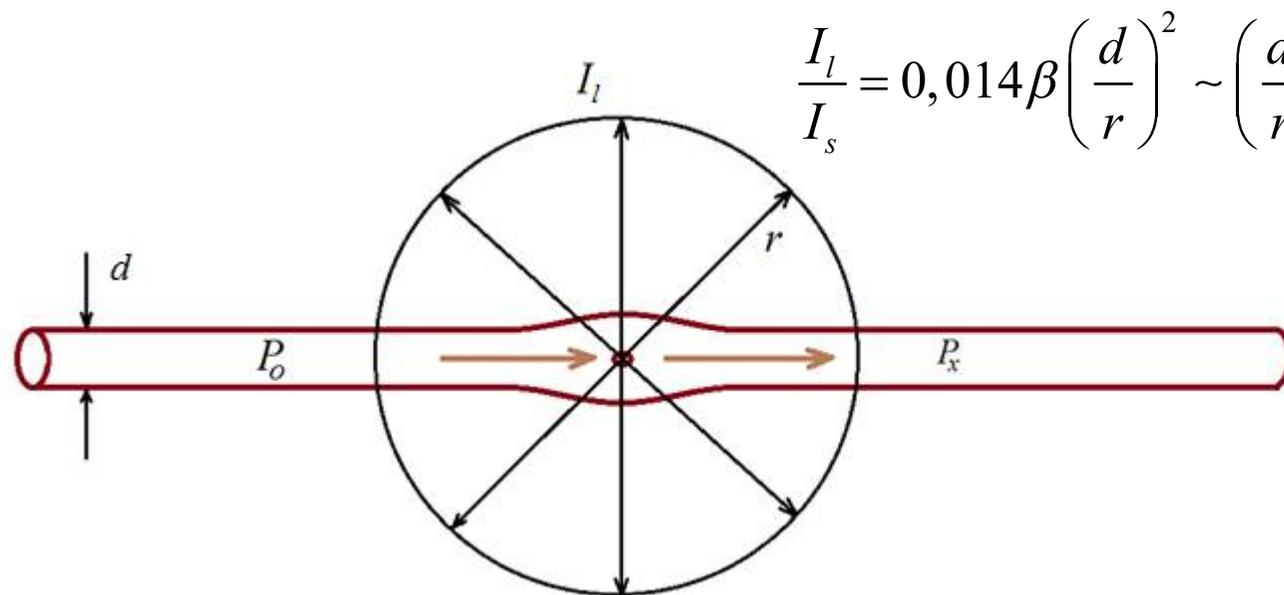
❖ на основе локального рассеивающего центра

P_0, P_x – мощность информационного сигнала на входе и на выходе канала, $P_0 - P_x$ – мощность рассеянная на локальном дефекте, I_s – интенсивность информационного сигнала в волокне, I_l – интенсивность сигнала утечки, d – диаметр модового поля в оптоволокне, r – расстояние от волокна до точки наблюдения. максимальный уровень сигнала утечки β [дБ] от информационного сигнала

$$\frac{P_0 - P_x}{P_0} \approx 0,23\beta \qquad \frac{I_l}{I_s} = 0,014\beta \left(\frac{d}{r}\right)^2 \sim \left(\frac{d}{r}\right)^2$$

$$I_s = \frac{4P_0}{\pi d^2}$$

$$I_l = \frac{P_0 - P_x}{4\pi r^2}$$



$$\beta = 0,2dB; d = 25\mu m; r = 2,5m \Rightarrow 10\lg\left(\frac{I_l}{I_s}\right) \approx -\beta - 20 - 20\lg\left(\frac{d}{r}\right)dB \approx -120dB$$

5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

○ Методы НСИ – дистанционный съем

❖ на основе локального отражающего центра

P_0, P_x — мощность информационного сигнала на входе и на выходе канала, $P_0 - P_x$ — мощность отраженная от локального плоского дефекта, I_s — интенсивность информационного сигнала в волокне, I_l — интенсивность сигнала утечки, d — диаметр модового поля в оптоволокне, r — расстояние от волокна до точки наблюдения, φ — угол дифракционного расхождения.

максимальный уровень сигнала утечки k от информационного сигнала (коэффициент отражения от дефекта)

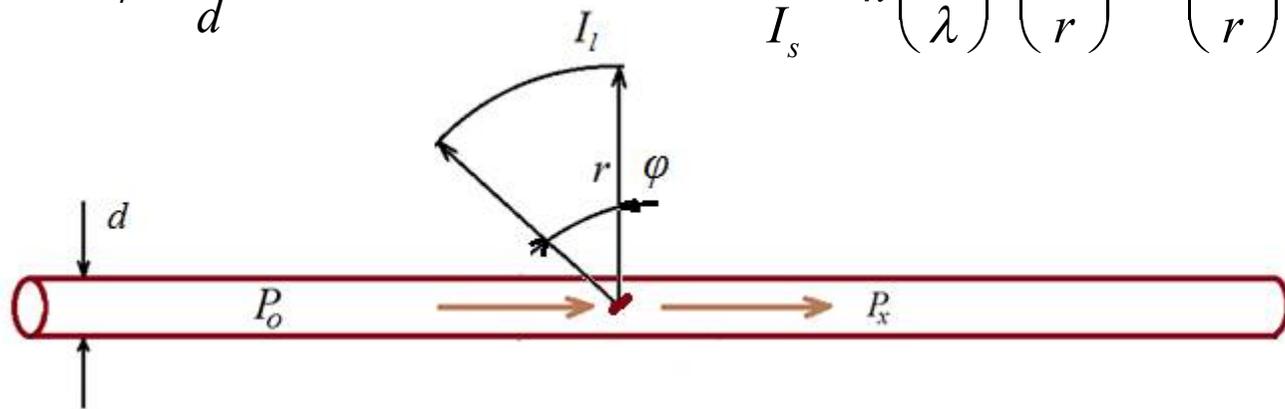
$$\frac{P_0 - P_x}{P_0} \approx k$$

$$\varphi \approx \frac{\lambda}{d}$$

$$\frac{I_l}{I_s} = k \left(\frac{d}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{d}{r} \right)^2 \sim \left(\frac{d}{r} \right)^2$$

$$I_l = \frac{4(P_0 - P_x)}{\pi r^2 \varphi^2}$$

$$I_s = \frac{4P_0}{\pi d^2}$$



$$k = 0,01; d = 25 \mu m; r = 2,5 m \Rightarrow 10 \lg \left(\frac{I_l}{I_s} \right) \approx -20 \lg \left(\frac{d}{r} \right) dB \approx -100 dB$$

5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

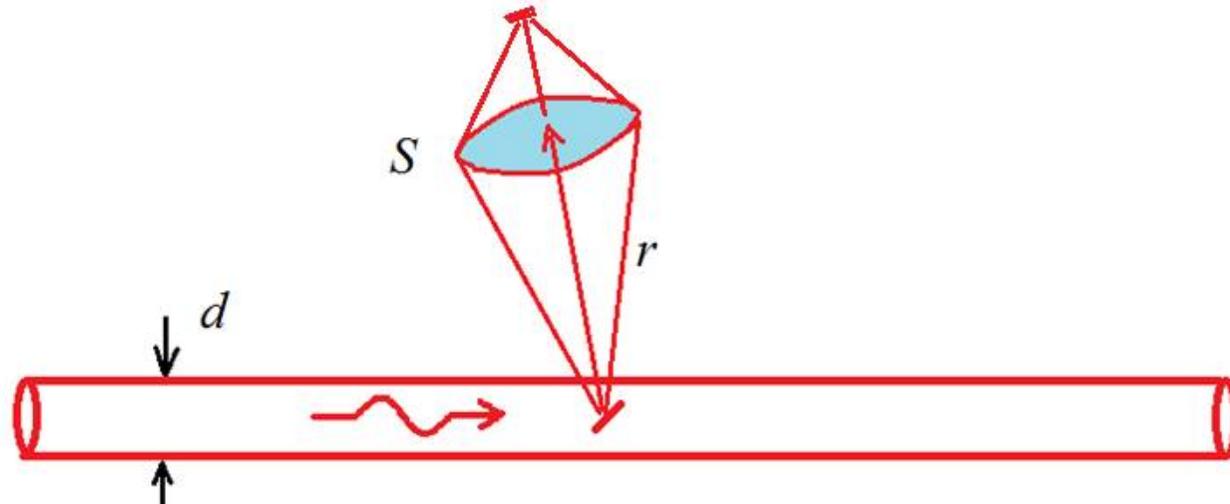
○ Методы НСИ – вывод

- ❖ разрешающая способность фотоприемника для дистанционного съема

$$P_{sense} < S \cdot I_l < P_0 \cdot \frac{4S}{\pi d^2} \cdot k \cdot \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 \left(\frac{d}{r}\right)^2$$

- ✓ выбором апертуры (S) приемника можно повысить чувствительность измерительной системы;
- ✓ выход информационного сигнала в виде (информативного) рассеянного излучения за пределы кабеля повышает уровень аддитивных шумов;

- типичное значение P_0 от +20 дБм до -40 дБм



5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

○ Методы НСИ – вывод

❖ предельная дальность для дистанционного съема

$$r < \sqrt{\frac{S \cdot I_l}{P_{sense}}} < d \sqrt{\frac{kP_0}{P_{sense}} \cdot \frac{4S}{\pi\lambda^2}} = r_{\max} \approx 28 \text{ m}$$

при апертуре $S=1 \text{ см}^2$ мощности информативного сигнала $P_0=0 \text{ дБм}$ на длине волны $\lambda=1 \text{ мкм}$ и разрешающей способности фотоприемника $P_{sense}=-60 \text{ дБм}$ и при

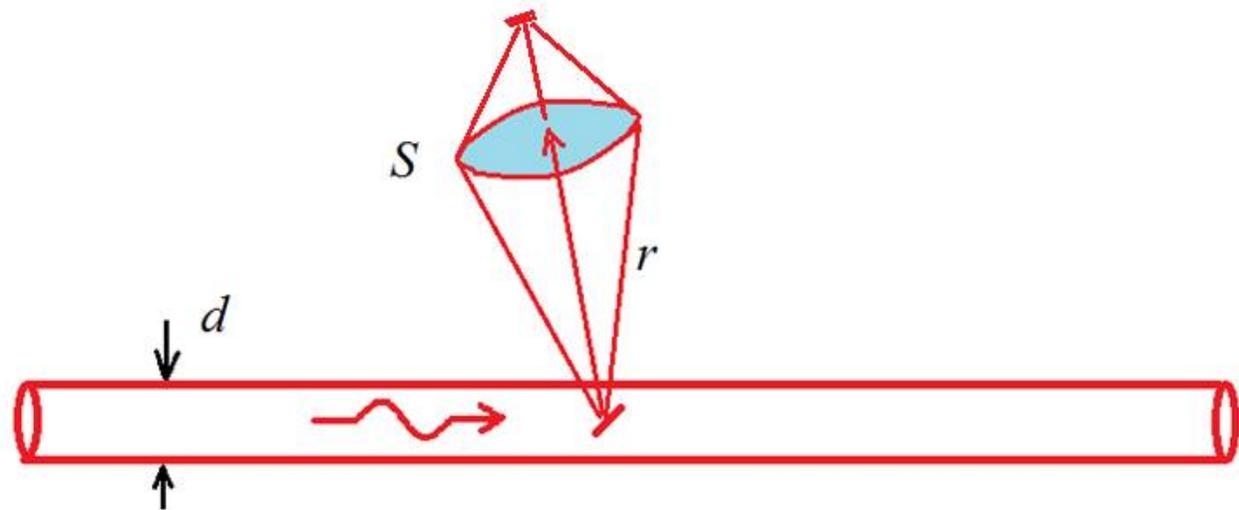
$k=1\%$ ($0,045 \text{ дБ}$),

коэффициенте

отражения

$d=25 \text{ мкм}$

диаметре потока



5. Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ)

○ Методы НСИ – вывод

- ❖ возможность дистанционного съема ограничена;
- ✓ для уверенного перехвата требуется максимальная близость к оптическому кабелю (ближе 1 м);
- ✓ использование не оптических информативных полей без специальных воздействий затруднено, это связано с тем, что мощность информативных полей имеет подобные же принципы распространения;
- ❑ таким образом, основной механизм НСИ с оптических коммуникаций - контактный съем с доступом к кабелю и волокну (расстояние несколько см и менее);
- ❑ при определенных условиях возможен дистанционный съем информации, но чем ближе к кабелю тем эффективнее;

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

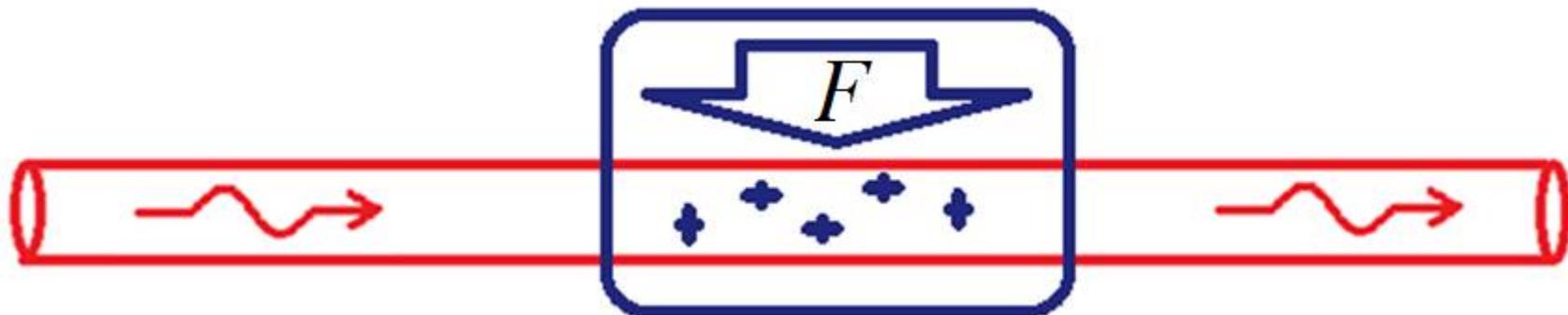
○ Управление доступом

- ❖ (один из способов) состоит в управляемом изменении BER путем физического воздействия на оптический канал, вызывающий падение SNR.

воздействие F → оптический кабель → SNR → BER

- ✓ воздействие F

физическое воздействие (тепловое, механическое, химическое, радиации и др.), воздействие физических полей (акустическое, электромагнитное и др.)



6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом – физическое воздействие

- ❖ нагревание (локальное, градиентное в пределах температур эксплуатации)



- ✓ вызывает
 - изменение геометрических размеров, возникновение механических напряжений;
 - флуктуации показателя преломления, коэффициента поглощения, дисперсионных параметров волокна;
- ✓ приводит к искажениям информационного сигнала и росту рассеяния излучения.
- ☐ после действия – волокно может восстановить свои оптические параметры

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом – физическое воздействие

- ❖ нагревание (локальное, градиентное в пределах температур эксплуатации)

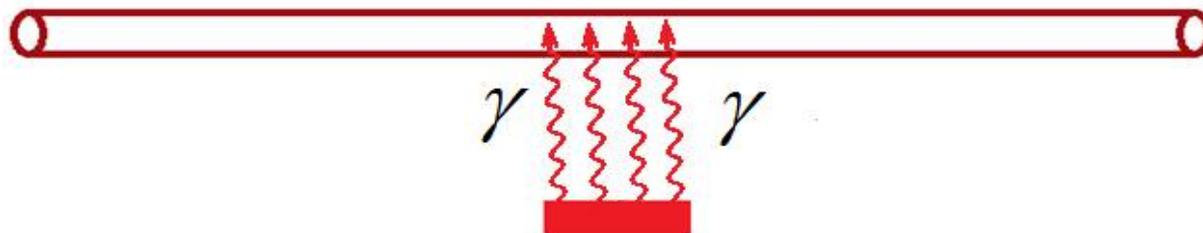


- ✓ физические механизмы
 - фотоупругость (пьезооптический эффект) материала волокна – возникновение оптической анизотропии при механических напряжениях;
 - упругое и неупругое рассеяние света – изменение направления распространения света без и с изменением его частоты
- наиболее эффективно – градиентное нагревание

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом – физическое воздействие

❖ радиация (воздействие гамма излучение, потоки нейтронов)



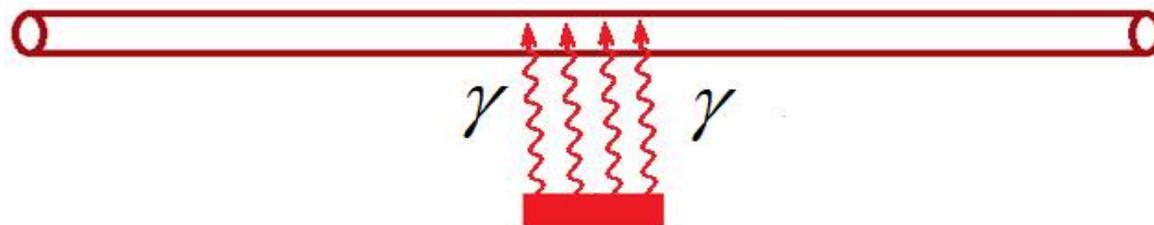
✓ вызывает

- появление точечных дефектов (радиационные центры окраски), которые увеличивают потери в ОВ и приводящие к потемнению волокна и потери пропускной способности;
- дополнительно, в ОВ наблюдается люминесценция радиационных центров окраски, а при больших потоках ядерных излучений – черенковское излучение, что приводит к аддитивной помехе

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом – физическое воздействие

- ❖ радиация (воздействие гамма излучение, потоки нейтронов)



- продолжительное экспонирование ОВ при низких дозах облучения приводит к более сильному потемнению, чем при тех же дозах за более короткое время;
- ✓ после прекращения действия радиации оптические параметры волокна постепенно восстанавливаются: действие радиации дозой 3700 рад за 3 нс (условия ядерного взрыва) вызывает затухание более чем 1000 дБ/км, а уже через 10 сек потери восстанавливаются до менее 5 дБ/км.

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом – физическое поле

❖ акустика

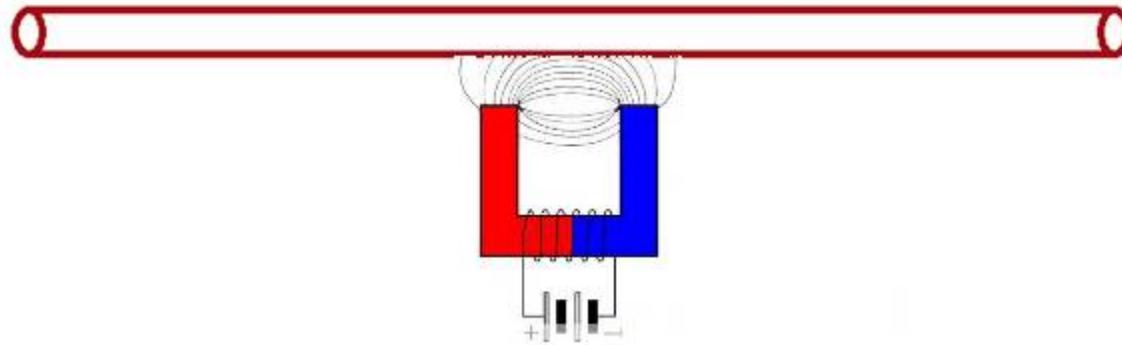


- при высоких частотах: акустическая волна вызывает рассеяние света вследствие акустооптического эффекта – рассеяние света на оптических неоднородностях показателя преломления созданных акустической волной
- при низких частотах: механическое действие на кабель и волокно, вызывающее изменение геометрических параметров, возбуждает механические колебания кабеля

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом – физическое поле

❖ ЭМИ

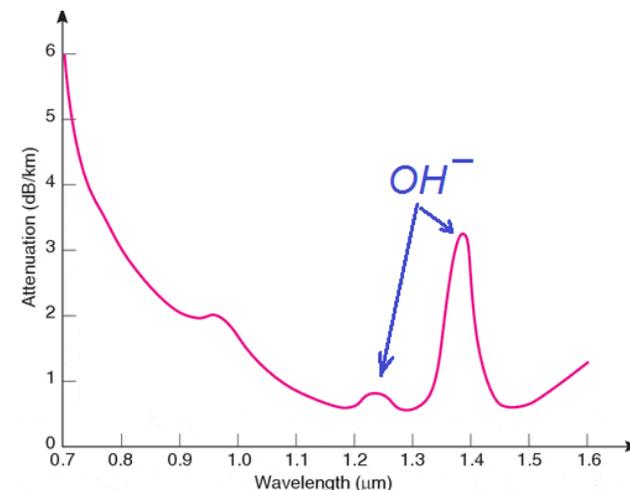


- электромагнитное поле в виде волны и постоянных электрических и магнитных полей вызывает появление оптической анизотропии (электрооптические эффекты Поггеля, Керра, магнитооптический эффект Фарадея, Фохта и др.), что приводит к искажению распространения света и дополнительному рассеянию света.

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом – химическое воздействие

❖ вода

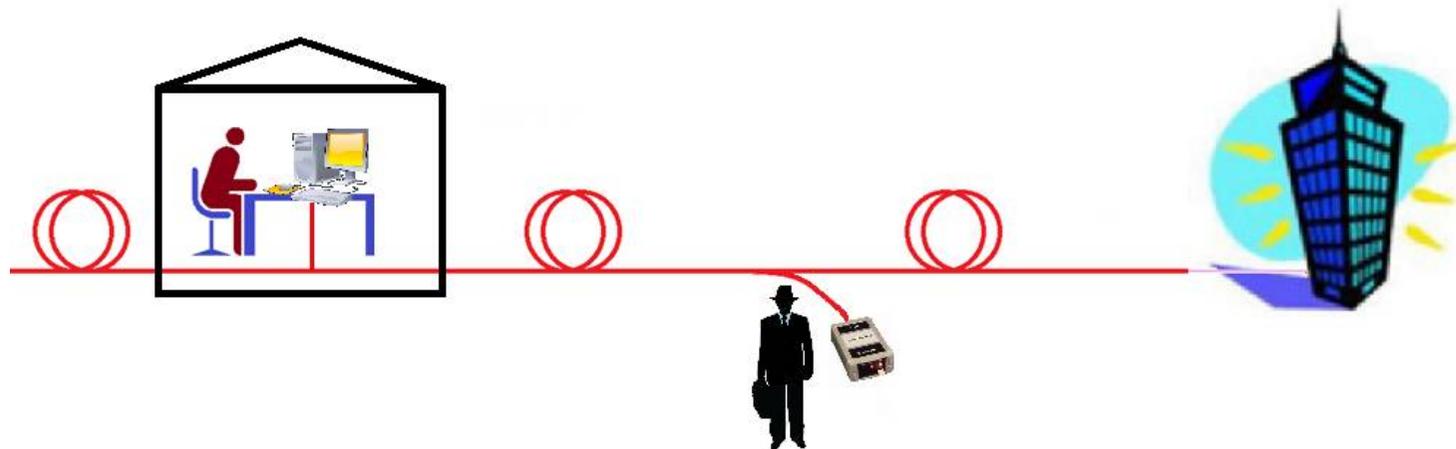


- ✓ проникновение воды в кабель неизбежно приводит необратимому значительному росту потерь, что связано с проникновением гидроксильных групп OH^- в материал волокна SiO_2 и с появлением поглощающих центров в области длин волн 1290 нм (потери 4 дБ/км при концентрации 1 ppm) и 1383 нм (потери 20 дБ/км при концентрации 1 ppm) .

6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ **Управление доступом – аддитивная помеха**

- ❖ ввод оптического излучения на штатных длинах волн со спектром шума в штатный оптический канал сети
- ✓ требуется прямое подключение к оптической сети

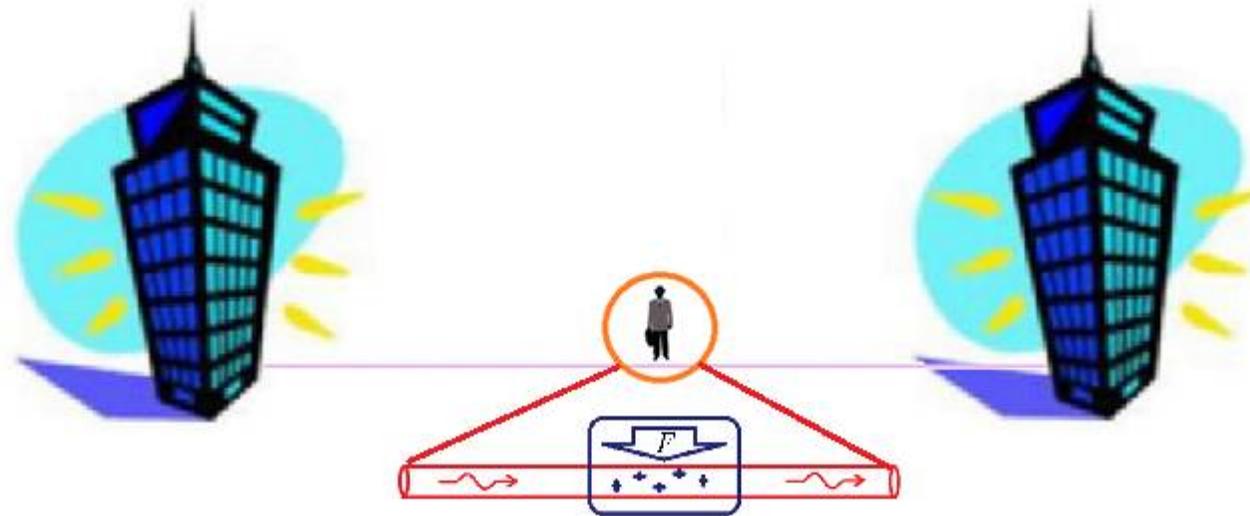


6. Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

○ Управление доступом - выводы

❖ сценарий

- включает размещение источника помех вблизи оптического кабеля, расстояние размещения и интенсивность воздействия определяется защитными характеристиками кабеля



Темы для обсуждения по лекциям 3-4

«Сценарии перехват трафика и их анализ»

Модель угроз трафику информации в волоконно-оптических коммуникациях;

Обобщенный сценарий перехвата трафика в волоконно-оптических коммуникациях;

Выявление архитектуры и топологии оптической сети;

Перехват трафика в телекоммуникациях внешним нарушителем и на последней миле внутренним нарушителем;

Контактные и дистанционный способ несанкционированного съема информации (НСИ);

Управление доступом к информации нарушителем методами физического воздействия на волоконно-оптические коммуникации.

<http://www.analitika.info/>

размещены дополнительные материалы по теме «ИБВОТ»