Тест №8

Общие принципы построения и назначение оптических систем связи.

Решение.

**Общие принципы построения волоконно-оптических линий связи**

Основным направлением развития телекоммуникационных сис­тем является широкое применение волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), под которыми понимается *совокупность актив­ных и пассивных устройств, предназначенных для передачи со­общений на расстояния по оптическим волокнам (ОВ) с помощью оптических волн и сигналов.* Другими словами, ВОСП - это сово­купность *оптических устройств и оптических линий передачи, обеспечивающая формирование, обработку и передачу оптиче­ских сигналов.* Физической средой распространения оптических сигналов являются волоконно-оптические или, просто, *оптические кабели* и создаваемые на их основе *волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).* Совокупность ВОСП и ВОЛС образует *волоконно-оптическую линию передачи (ВОЛП).*

В ВОСП передача сообщений осуществляется посредством *световых волн* от 0,1 мкм до 1 мм. Диапазоны длин волн (или частот), в пределах которых обеспечиваются наилучшие условия распространения световых волн по оптическому волокну, называ­ются его *окнами прозрачности.*

В настоящее время для построения ВОСП используются длины волн от 0,8 мкм до 1,65 мкм (в дальнейшем предполагается освое­ние и более длинных волн - 2,4 и 2,6 мкм), называемые инфракрас­ным излучением (просто светом) или *оптическим излучением (ОИ).*

Для увеличения дальности передачи засчет *наилучшего рас­пространения* световой волны были исследованы различные опти­ческие волноводы, называемые *оптическими волокнами (ОВ)* или *световодами, под которыми понимаются направляющие каналы для передачи оптического излучения, состоящие из сердцевины, окруженной оболочкой (оболочками).* ОВ в сочетании с оптоэлектронными технологиями (генерация оптического излучения, его усиление, прием, обработка оптических сигналов и др.) дали разви­тие современному направлению техники, носящему название *воло­конной оптики* - раздела оптики, рассматривающего передачу излучения по волоконным световодам - оптическим волокнам.

Нижеперечисленные достоинства ВОЛС обеспечили их быстрое и широкое применение:

**1.** Возможность получения ОВ с параметрами, обеспечивающи­ми расстояние между ретрансляторами не менее 100...150 км.

**2.** Производство *оптических кабелей (ОК)* с малыми габаритны­ми размерами и массой при высокой информационной пропускной способности.

**3.** Постоянное и непрерывное снижение стоимости производства оп­тических кабелей и совершенствование технологии их производства.

**4.** Высокая защищенность от внешних электромагнитных воздей­ствий и переходных помех.

**5.** Высокая скрытность связи (утечка информации): ответвление сигнала возможно только при непосредственном подсоединении к отдельному волокну.

**6.** Гибкость в реализации требуемой полосы пропускания: ОВ различных типов позволяют заменить электрические кабели в цифровых системах передачи всех уровней иерархии.

**7.** Возможность постоянного совершенствования ВОСП по мере появления новых источников оптического излучения, оптических волокон, фотоприемников и усилителей оптического излучения с улучшенными характеристиками или при повышении требований к их характеристикам при полном сохранении совместимости с другими системами передачи.

**8.** Соответствующим образом спроектированные ВОЛС относи­тельно невосприимчивы к неблагоприятным температурным усло­виям и влажности и могут быть использованы для подводных кабелей.

**9.** Надежная техника безопасности (безвредность во взрыво­опасных средах, отсутствие искрения и короткого замыкания), воз­можность обеспечения полной электрической изоляции.

Обобщенная структурная схема ВОСП приведена на рис. 1



В современных магистральных транспортных сетях передачи информации направляющей средой, как правило, является оптическое волокно. Достоинством волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) является возможность передавать большие объемы информации с высокой скоростью на большие расстояния, т.к. отсутствуют проблемы перекрестных помех

(crosstalk) и электромагнитных помех от внешних источников (по сравнению с медным кабелем).

Оптические цифровые системы передачи широко внедряются на всех участках сетей связи благодаря ряду преимуществ: широкая полоса пропускания; высокая защищенность от электромагнитных помех; малое затухание и возможность организации ретрансляционных участков большой протяженности; значительная экономия меди и постоянно снижающаяся стоимость оптического кабеля (ОК).

Ниже рассмотрен принцип построения **ОЦСП**, состоящей из

**передающей станции** (Ст.А),которая преобразует аналоговый телефонный

сигнал в цифровой, формирует стандартные цифровые потоки и преобразует их в цифровой сигнал, оптимальный для передачи по **оптическому** **линейному тракту** (**ОЛТ**),использующему оптическое волокно дляпередачи информационных сигналов. **Приемная станции** (Ст. Б) осуществляет обратное преобразование. Структурная схема ОЦСП показана на рис. 5.1. Она включает каналообразующее оборудование (**КОО**); оборудование сопряжения (**ОС**) и оборудование линейного тракта, в данном случае оптического линейного тракта (**ОЛТ**). Каждое оборудование выполняет свои, определенные функции.

**КОО** на передаче предназначено для формирования стандартныхцифровых потоков. На приемной стороне происходит обратное преобразование.



**ОС** представляет собой преобразователь кода,который на передающейстороне преобразует цифровой сигнала в станционном коде с выхода КОО – в линейный код, который передается по ОЛТ. На приемной стороне ОС содержит электрический регенератор и преобразователь линейного кода в станционный.

**Оптический линейный тракт** (рис. 5.1)предназначен для передачилинейного сигнала на требуемое расстояние. В состав ОЛТ входят оптический передатчик (ОПер), оптическое волокно (ОВ), оптический ретранслятор (ОР) и оптический приемник (ОПр).

На передающей станции (Ст. А) первичные сигналы в электрической форме поступают на вход каналообразующего оборудования, с выхода которого групповой сигнал подается в оборудование сопряжения. В ОС электрический сигнал преобразуется в форму, целесообразную для передачи по волоконно-оптическому линейному тракту. Оптический передатчик (ОПер) преобразует электрический сигнал в оптический сигнал. При распространении последнего по оптическому волокну (ОВ) происходят его ослабление и искажение. Для увеличения дальности связи через определенное расстояние, называемое участком ретрансляции, устанавливаются промежуточные обслуживаемые и необслуживаемые станции (оптические ретрансляторы – ОР), где осуществляются коррекция искажений и компенсация затухания.

На промежуточных станциях производиться обработка (усиление, коррекция, регенерация и т.д.) сигнала на электрическом и оптическом уровнях. Восстановление сигнала на электрическом уровне предполагает преобразование оптического сигнала в электрический сигнал на входе и обратным преобразованием на выходе. В настоящее время возможно построение чисто оптических ретрансляторов на основе оптических квантовых усилителей и регенераторов. На приемной оконечной станции (Ст. Б) осуществляется обратное преобразование оптического сигнала в электрический.

Таким образом, **оптический линейный тракт ОЛТ** образован совокупностью усилителей, регенераторов и устройств формирования каналов в линии связи.

Для модуляции оптической несущей информационным сигналом можно использовать частотную модуляцию, фазовую, амплитудную, модуляцию по интенсивности (**МИ**), поляризационную модуляцию (ПМ) и др. В подавляющем большинстве случаев применяется модуляция по интенсивности оптического излучения МИ. При фиксированных пространственных координатах мгновенное значение электрического поля монохроматического оптического излучения можно записать в виде:

*E*(*t*) *= Eмcos*(*ω0t + φ0*),

где *Eм* –амплитуда поля;

*ω0* и *φ0* –соответственно частота и фаза оптической несущей.

Тогда мгновенное значение интенсивности излучения пропорционально квадрату амплитуды поля:

*Pмг = E2*(*t*) *= Eм2cos2*(*ω0t+φ0*),

усреднение по периоду *T0* *= 2π/ω0* дает величину *P* = *0,5Eм2*, которая называется средней **интенсивностью** или мощностью. При МИ именно величина *Р* изменяется в соответствии с модулирующим сигналом *C(t)*.

Обладая волновой природой, оптическое излучение в то же время дискретно. Оно излучается и поглощается только в виде дискретных квантов (фотонов) с энергией *hf0*, где *h* – постоянная Планка. Поэтому мощность оптического излучения *Р* можно характеризовать интенсивностью (количеством в единицу времени) потока фотонов J*=Р/hf0*.