**Содержание**

Введение

1. Основная часть

1. Волоконно-оптические линии связи как понятие

Физические особенности

Технические особенности

Есть в волоконной технологии и свои недостатки

Оптическое волокно и его виды

Волоконно-оптический кабель

Электронные компоненты систем оптической связи

Лазерные модули для ВОЛС

Фотоприемные модули для ВОЛС

Применение ВОЛС в вычислительных сетях

Заключение

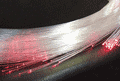
Список используемой литературы

**Введение**

С начала развития компьютерной техники прошло немного немало шестьдесят лет. За это время мы получили такие скорости вычислений, такие скорости передачи данных, о которых шестьдесят лет тому назад нельзя было и мечтать. Все началось с того, что в 1948 году вышли книги К. Шеннона “Математическая теория связи” и Н. Винера “Кибернетика, или управление и связь в животном и машине ”. Они и определили новый вектор развития науки, в результате чего появился компьютер: вначале ламповый гигант, затем транзисторный и на интегральных схемах, на микропроцессорах. И вот в 1989 году появился персональный компьютер IBM. В том же году вышла программа MS – DOS, а в 1990 – Windows-3.0, и далее пошло стремительное совершенствование “железа” и программного обеспечения. К концу столетия человечество получило потрясающую миниатюризацию компьютерной техники, сокращения расстояния между компьютером и человеком, тотальное проникновение компьютерных технологий в бытовую сферу. 1986 год – рождение Интернета, глобальной сети, охватившей практически все страны мира, поставляющей каждому пользователю текущую информацию. Получив настолько быструю обработку данных, люди пришли к выводу, что можно перестать терять время и деньги, также на передачу этих данных, а также увеличить скорость доступа, и скорость передачу данных. Это стало возможным благодаря использованию новых видов связи, таких как оптическое волокно, пришедших на замену банальным алюминиевым и медным проводам.

Тема об оптоволоконной линии связи, является актуальной на данный момент времени, так как число людей на планете растет, и потребности в улучшение жизни то же увеличиваются. Ещё с древних времён человек совершенствуется: улучшает свои знания, стремится улучшить жизнь, создавая и моделируя предметы быта. И сейчас многие фирмы создают телевизоры, телефоны, магнитофоны, компьютера и многое другое, то есть – бытовую технику, которая упрощают жизнь человека. Но для внедрения этих новых технологий нужно изменять или улучшать старое. В пример этому можно привести наши линии связи на коаксиальном (медном) кабеле, про которые уже было упомянуто выше. Их скорость мала, даже для передачи видеоинформации. А волоконная оптика как раз то, что нам нужно - её скоростью передачи информации очень велика. Плюс, низкие потери при передаче сигнала позволяет прокладывать значительные по дальности участки кабеля без установки дополнительного оборудования. Оптоволокно имеет хорошую помехозащищенность, легкость прокладки и долгие сроки работы кабеля практически в любых условиях. И, кроме того, оптоволокно не имеет смысла воровать с целью сдачи на металлолом. В настоящее время оптоволокно находит свое применение преимущественно в теле - и интернет – коммуникациях. Но считается, что сегодняшнее использование оптоволокна лишь вершина айсберга его применения.

**1. Волоконно-оптические линии связи как понятие**



Волоконно-оптические линии связи - это вид связи, при котором информация передается по оптическим диэлектрическим волноводам, известным под названием "оптическое волокно". Оптическое волокно в настоящее время считается самой совершенной физической средой для передачи информации, а также самой перспективной средой для передачи больших потоков информации на значительные расстояния. К примеру, В настоящее время волоконно-оптические кабели проложены по дну Тихого и Атлантического океанов и практически весь мир "опутан" сетью волоконных систем связи (Laser Mag.-1993.-№3; Laser Focus World.-1992.-28, №12; Telecom. mag.-1993.-№25; AEU: J. Asia Electron. Union.-1992.-№5). Европейские страны через Атлантику связаны волоконными линиями связи с Америкой. США, через Гавайские острова и остров Гуам - с Японией, Новой Зеландией и Австралией. Волоконно-оптическая линия связи соединяет Японию и Корею с Дальним Востоком России. На западе Россия связана с европейскими странами Петербург - Кингисепп - Дания и С.-Петербург – Выборг - Финляндия, на юге - с азиатскими странами Новороссийск - Турция. В Европе, также, как и в Америке, давно уже нашли широкое применение практически во всех сферах связи, энергетики, транспорта, науки, образования, медицины, экономики, обороны, государственно-политической и финансовой деятельности. Итак, основания считать оптоволокно самой перспективной средой для передачи больших потоков информации вытекает из ряда особенностей, присущих оптическим волноводам.

**2. Физические особенности**

Широкополосность оптических сигналов, обусловленная чрезвычайно высокой несущей частотой. Это означает, что по оптической линии связи можно передавать информацию со скоростью порядка 1 Терабит/с.

Говоря другими словами, по одному волокну можно передать одновременно10 миллионов телефонных разговоров и миллион видеосигналов. Скорость передачи данных может быть увеличена за счет передачи информации сразу в двух направлениях, так как световые волны могут распространяться в одном волокне независимо друг от друга. Кроме того, в оптическом волокне могут распространяться световые сигналы двух разных поляризаций, что позволяет удвоить пропускную способность оптического канала связи. На сегодняшний день предел по плотности передаваемой информации по оптическому волокну не достигнут. А это означает, что до сих пор при столь сильной загруженности нашего интернета не нашлось столько информации, которая при одновременной передачи привела бы к уменьшению скорости передаваемого потока данных.

Очень малое (по сравнению с другими средами) затухание светового сигнала в волокне. Иными словами потеря сигнала за счет сопротивления материала проводника. Лучшие образцы российского волокна имеют столь малое затухание, что позволяет строить линии связи длиной до 100 км без регенерации сигналов. В оптических лабораториях США разрабатываются еще более "прозрачные", так называемые фтороцирконатные волокна. Лабораторные исследования показали, что на основе таких волокон могут быть созданы линии связи с регенерационными участками через 4600 км при скорости передачи порядка 1 Гбит/с.

**3. Технические особенности**

Волокно изготовлено из кварца, основу которого составляет двуокись кремния, широко распространенного, а потому недорогого материала, в отличие от меди, отсюда и сравнительно не большая цена и практически отсутствие случаев кражи с целью сдачи на металлолом

Оптические волокна имеют диаметр около 1 – 0,2 мм, то есть очень компактны и легки, что делает их перспективными для использования в авиации, приборостроении, в кабельной технике.

Стеклянные волокна - не металл, при строительстве систем связи автоматически достигается гальваническая развязка сегментов. Применяя особо прочный пластик, на кабельных заводах изготавливают самонесущие подвесные кабели, не содержащие металла и тем самым безопасные в электрическом отношении. Такие кабели можно монтировать на мачтах существующих линий электропередач, как отдельно, так и встроенные в фазовый провод, экономя значительные средства на прокладку кабеля через реки и другие преграды.

Системы связи на основе оптических волокон устойчивы к электромагнитным помехам, а передаваемая по световодам информация защищена от несанкционированного доступа. Волоконно-оптические линии связи нельзя подслушать неразрушающим способом. Всякие воздействия на волокно могут быть зарегистрированы методом мониторинга (непрерывного контроля) целостности линии. Теоретически существуют способы обойти защиту путем мониторинга, но затраты на реализацию этих способов будут столь велики, что превзойдут стоимость перехваченной информации. К примеру вы все же решили это сделать. Для обнаружения перехватываемого сигнала вам понадобится перестраиваемый интерферометр Майкельсона специальной конструкции. Причем, видимость интерференционной картины может быть ослаблена большим количеством сигналов, одновременно передаваемых по оптической системе связи. Можно распределить передаваемую информацию по множеству сигналов или передавать несколько шумовых сигналов, ухудшая этим условия перехвата информации. Потребуется значительный отбор мощности из волокна, чтобы несанкционированно принять оптический сигнал, а это вмешательство легко зарегистрировать системами мониторинга.

Важное свойство оптического волокна - долговечность. Время жизни волокна, то есть сохранение им своих свойств в определенных пределах, превышает 25 лет, что позволяет проложить оптико-волоконный кабель один раз и, по мере необходимости, наращивать пропускную способность канала путем замены приемников и передатчиков на более быстродействующие, без замены самого кабеля.

**4. Есть в волоконной технологии и свои недостатки**

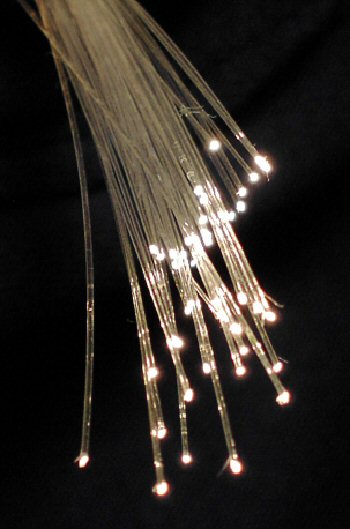
При создании линии связи требуются активные высоконадежные элементы, преобразующие электрические сигналы в свет и свет в электрические сигналы. Необходимы также оптические коннекторы (соединители) с малыми оптическими потерями и большим ресурсом на подключение-отключение.

Точность изготовления таких элементов линии должна соответствовать длине волны излучения, то есть погрешности должны быть порядка доли микрона. Поэтому производство таких компонентов оптических линий связи очень дорогостоящее.

Другой недостаток заключается в том, что для монтажа оптических волокон требуется дорогостоящее технологическое оборудование. а) инструменты для оконцовки. б) коннекторы. в) тестеры. г) муфты и спайс- кассеты.

Как следствие, при аварии (обрыве) оптического кабеля затраты на восстановление выше, чем при работе с медными кабелями.

**5. Оптическое волокно и его виды**



Промышленность многих стран освоила выпуск широкой номенклатуры изделий и компонентов оптоволокна. Следует заметить, что производство компонентов отличает высокая степень концентрации.

Большинство предприятий сосредоточено в США. Обладая главными патентами, американские фирмы (в первую очередь это относится к фирме "CORNING GLASS") оказывают влияние на производство и рынок компонентов во всем мире, благодаря заключению лицензионных соглашений с другими фирмами и созданию совместных предприятий.

Для передачи сигналов применяются два вида волокна: одномодовое и многомодовое. Свое название волокна получили от способа распространения излучения в них. Волокно состоит из сердцевины и оболочки с разными показателями преломления. В одномодовом волокне диаметр световодной жилы порядка 8-10 мкм, то есть сравним с длиной световой волны. При такой геометрии в волокне может распространяться только один луч (одна мода, как ее называют).

В многомодовом волокне размер световодной жилы порядка 50-60 мкм, что делает возможным распространение большого числа лучей (много мод).

Оба типа волокна характеризуются двумя важнейшими параметрами: затуханием и дисперсией.

Затухание определяется потерями на поглощение и на рассеяние излучения в оптическом волокне. Потери на поглощение зависят от чистоты материала, потери на рассеяние зависят от неоднородностей показателя преломления материала. Затухание зависит от длины волны излучения, вводимого в волокно. В настоящее время передачу сигналов по волокну осуществляют в трех диапазонах: 0.85 мкм, 1.3 мкм, 1.55 мкм, так как именно в этих диапазонах кварц имеет повышенную прозрачность.

Другой важнейший параметр оптического волокна - дисперсия. Дисперсия - это рассеяние во времени спектральных и модовых составляющих оптического сигнала. Существуют три типа дисперсии: модовая, материальная и волноводная.

Модовая дисперсия - присуща многомодовому волокну и обусловлена наличием большого числа мод, время распространения которых различно

Материальная дисперсия - обусловлена зависимостью показателя преломления от длины волны.

Волноводная дисперсия - обусловлена процессами внутри моды и характеризуется зависимостью скорости распространения моды от длины волны. Поскольку светодиод или лазер излучает некоторый спектр длин волн, дисперсия приводит к уширению импульсов при распространению по волокну и тем самым порождает искажения сигналов. При оценке пользуются термином "полоса пропускания" - это величина, обратная к величине уширения импульса при прохождении им по оптическому волокну расстояния в 1 км. Измеряется полоса пропускания в МГц\*км. Из определения полосы пропускания видно, что дисперсия накладывает ограничение на дальность передачи и на верхнюю частоту передаваемых сигналов.

Если при распространении света по многомодовому волокну, как правило, преобладает модовая дисперсия, то одномодовому волокну присущи только два последних типа дисперсии.

Затухание и дисперсия у разных типов оптических волокон различны.

Одномодовые волокна обладают лучшими характеристиками по затуханию и по полосе пропускания, так как в них распространяется только один луч. Однако, одномодовые источники излучения в несколько раз дороже многомодовых. В одномодовое волокно труднее ввести излучение из-за малых размеров световодной жилы, по этой же причине одномодывое волокна сложно сращивать с малыми потерями. Оконцевание одномодовых кабелей оптическими разъемами также обходится дороже.

Многомодовые волокна более удобны при монтаже, так как в них размер световодной жилы в несколько раз больше, чем в одномодовых волокнах.

Многомодовый кабель проще оконцевать оптическими разъемами с малыми потерями. На многомодовое волокно расчитаны излучатели на длину волны 0.85 мкм - самые доступные и дешевые излучатели, выпускаемые в очень широком ассортименте. Полоса пропускания у многомодовых волокон достигает 800 МГц\*км, что приемлемо для локальных сетей связи, но не достаточно для магистральных линий.

**6. Волоконно-оптический кабель**

Вторым важнейшим компонентом, определяющим надежность и долговечность является волоконно-оптический кабель (ВОК). На сегодня в мире несколько десятков фирм, производящих оптические кабели различного назначения. Наиболее известные из них: AT&T, General Cable Company (США); Siecor (ФРГ); BICC Cable (Великобритания); Les cables de Lion (Франция); Nokia (Финляндия); NTT, Sumitomo (Япония), Pirelli(Италия).

Определяющими параметрами при производстве ВОК являются условия эксплуатации и пропускная способность линии связи. По условиям эксплуатации кабели подразделяют на:

монтажные

станционные

зоновые

магистральные.

Первые два типа кабелей предназначены для прокладки внутри зданий и сооружений. Они компактны, легки и, как правило, имеют небольшую строительную длину. Кабели последних двух типов предназначены для прокладки в колодцах кабельных коммуникаций, в грунте, на опорах вдоль ЛЭП, под водой. Эти кабели имеют защиту от внешних воздействий и строительную длину более двух километров.

Для обеспечения большой пропускной способности линии связи производятся ВОК, содержащие небольшое число (до 8) одномодовых волокон с малым затуханием, а кабели для распределительных сетей могут содержать до 144 волокон как одномодовых, так и многомодовых, в зависимости от расстояний между сегментами сети.

При изготовлении ВОК в основном используются два подхода:

конструкции со свободным перемещением элементов

конструкции с жесткой связью между элементами.

По видам конструкций различают кабели повивной скрутки, пучковой скрутки, с профильным сердечником, ленточные кабели. Существуют многочисленные комбинации конструкций ВОК, которые в Сочетании с большим ассортиментом применяемых материалов позволяют выбрать исполнение кабеля, наилучшим образом удовлетворяющее всем условиям проекта, в том числе – стоимостным.

Отдельно рассмотрим способы сращивания строительных длин кабелей

Сращивание строительных длин оптических кабелей производится с использованием кабельных муфт специальной конструкции. Эти муфты имеют два или более кабельных ввода, приспособления для крепления силовых элементов кабелей и одну или несколько сплайс-пластин. Сплайс-пластина - это конструкция для укладки и закрепления сращиваемых волокон разных кабелей.

После того, как оптический кабель проложен, необходимо соединить его с приемо-передающей аппаратурой. Сделать это можно с помощью оптических коннекторов (соединителей). В системах связи используются коннекторы многих видов.

**7. Электронные компоненты систем оптической связи**

Теперь давайте коснемся проблемы передачи и приема оптических сигналов. Первое поколение передатчиков сигналов по оптическому волокну было внедрено в 1975 году. Основу передатчика составлял светоизлучающий диод, работающий на длине волны 0.85 мкм в многомодовом режиме.

В течение последующих трех лет появилось второе поколение – одномодовые передатчики, работающие на длине волны 1.3 мкм.

В 1982 году родилось третье поколение передатчиков - диодные лазеры, работающие на длине волны 1.55 мкм. Исследования продолжались, и вот появилось четвертое поколение оптических передатчиков, давшее начало когерентным системам связи - то есть системам, в которых информация передается модуляцией частоты или фазы излучения. Такие системы связи обеспечивают гораздо большую дальность распространения сигналов по оптическому волокну. Специалисты фирмы NTT построили безрегенераторную когерентную волоконно-оптическую линию связи STM-16 на скорость передачи 2.48832 Гбит/с протяженностью в 300 км, а в лабораториях NTT в начале 1990 года ученые впервые создали систему связи с применением оптических усилителей на скорость 2.5 Гбит/с на расстояние 2223 км.

Появление оптических усилителей на основе световодов способных усиливать проходящие по световоду сигналы, дало начало пятому поколению систем оптической связи. В настоящее время быстрыми темпами развиваются системы дальней оптической связи на расстояния в тысячи километров. Успешно эксплуатируются трансатлантические линии связи США-Европа ТАТ-8 и ТАТ-9,Тихоокеанская линия США-Гавайские острова-Япония ТРС-3. Ведутся работы по завершению строительства глобального оптического кольца связи Япония – Сингапур – Индия - Саудовская Аравия-Египет-Италия.

В последние годы наряду с когерентными системами связи развивается альтернативное направление: солитоновые системы связи. Солитон - это световой импульс с необычными свойствами: он сохраняет свою форму и теоретически может распространяться по "идеальному" световоду бесконечно далеко. Солитоны являются идеальными световыми импульсами для связи. Длительность солитона составляет примерно 10 трилионных долей секунды (10 пс). Солитоновые системы, в которых отдельный бит информации кодируется наличием или отсутствием солитона, могут иметь пропускную способность не менее 5 Гбит/с на расстоянии 10 000 км. Такую систему связи предполагается использовать на уже построенной трансатлантической линии ТАТ-8. Для этого придется поднять подводный ВОК, демонтировать все регенераторы и срастить все волокна напрямую. В результате на подводной магистрали не будет ни одного промежуточного регенератора.

**8. Лазерные модули для ВОЛС**

Лазерные модули серии LFO изготавливаются на основе высокоэффективных MQW лазерных диодов и выпускаются в стандартных неохлаждаемых коаксиальных корпусах с одномодовым или многомодовым оптическим волокном. Отдельные модели, наряду с неохлаждаемым исполнением, могут выпускаться со встроенным микрохолодильником и терморезистором.

Все модули имеют широкий диапазон рабочих температур, высокую стабильность мощности излучения, ресурс работы более 500 тыс. часов и являются лучшими источниками излучения для цифровых (до 622 Мбит/с) оптических линий связи, оптических тестеров и оптических телефонов.

**9. Фотоприемные модули для ВОЛС**

Фотоприемные модули серии PD-1375 для спектрального диапазона 1100-1650 нм изготавливаются на основе фотодиодов и выпускаются в неохлаждаемом исполнении с одномодовым (модельPD-1375s-ip), либо многомодовым (модель PD-1375m-ip), оптическим волокном , а также в корпусе типа "оптическая розетка" для стыковки с SM и MM волокнами, оконцованными разъемом типа"FC/PC" (модель PD-1375-ir).Модули имеют широкий диапазон рабочих температур, высокую спектральную чувствительность, низкие темновые токи и предназначены для работы в аналоговых и цифровых волоконно-оптических линиях связи со скоростью передачи информации до 622 Мбит/сек.

**10. Применение ВОЛС в вычислительных сетях**

Наряду со строительством глобальных сетей связи оптическое волокно широко используется при создании локальных вычислительных сетей (ЛВС).

Фирма "ВИМКОМ ОПТИК", занимаясь автоматизацией и электронными технологиями, разрабатывает и устанавливает локальные и магистральные сети с применением оптических линий связи. Фирма "ВИМКОМ ОПТИК" делает это по трем причинам. Во-первых, это выгодно. При установке протяженных сегментов сети не требуются повторители. Во-вторых, это надежно. В оптических линиях связи очень низкий уровень шумов. В-третьих, это перспективно. Волоконно-оптические линии связи позволяют наращивать вычислительные возможности сети без замены кабельных коммуникаций. Для этого нужно просто установить более быстродействующие передатчики и приемники. Это важно для тех пользователей, кто ориентируется на развитие своей ЛВС.

Кабель для связи сегментов сети стоит недорого, но работы по его прокладке могут составить самую крупную статью расходов по установке сети. Потребуется труд не только техников-кабельщиков, но и целой команды строителей (штукатуров, маляров, электриков), что обойдется недешево, если учесть возрастающую стоимость ручного труда.

Схема ВОЛС, применяемых, в частности, в ЛВС, устроена следующим образом:

Электрический сигнал идет от сетевого контроллера, устанавливаемого в рабочую станцию или сервер (например, сетевой контроллер Ethernet), затем поступает на электрический вход трансивера (например, оптический трансиверISOLAN 3Com), который преобразует электрический сигнал в оптический. Оптический кабель (например, ОКГ-50-2) присоединяется к оптическим разъемам трансивера с помощью оптических соединителей.

**Заключение**

Итак, мы привили массу положительных черт оптического волокна. При этом мы указали и на недостатки, связанные с дорогостоящим процессом производства. Но, на мой взгляд, вложенные средства и усилия будут оправданы сполна и так считаю не только я. Приведу примеры применения оптоволокна отличающиеся от ранее приведенных.

Оптоволокно может быть использовано как датчик для измерения напряжения, температуры, давления и других параметров. Малый размер и фактическое отсутствие необходимости в электрической энергии, дает оптоволоконным датчикам преимущество перед традиционными электрическими в определенных областях.

Оптоволокно используется в гидрофонах в сейсмических или гидролокационных приборах. Созданы системы с гидрофонами, в которых на волоконный кабель приходится более 100 датчиков. Системы с гидрофоновым датчиком используются в нефтедобывающей промышленности, а также флотом некоторых стран. Немецкая компания Sennheiser разработала лазерный микроскоп, работающий с лазером и оптоволокном.

Оптоволоконные датчики, измеряющие температуры и давления, разработаны для измерений в нефтяных скважинах. Оптоволоконные датчики хорошо подходят для такой среды, работая при температурах, слишком высоких для полупроводниковых датчиков. Другое применение оптоволокна — в качестве датчика в лазерном гироскопе, который используется в Boeing 767 и в некоторых моделях машин (для навигации). Специальные оптические волокна используются в интерферометрических датчиках магнитного поля и электрического тока. Эти волокна, полученные при вращении заготовки с сильным встроенным двойным лучепреломлением

Оптоволокно применяется в охранной сигнализации на особо важных объектах. Когда злоумышленик пытается переместить боеголовку, условия прохождения света через световод изменяются, и срабатывает сигнализация.

Оптоволокна широко используются для освещения. Они используются как световоды в медицинских и других целях, где яркий свет необходимо доставить в труднодоступную зону. В некоторых зданиях оптоволокна используются для обозначения маршрута с крыши в какую-нибудь часть здания. Оптоволоконное освещение также используется в декоративных целях, включая коммерческую рекламу и искусственные ёлки.

Оптоволокно также используется для формирования изображения. Когерентный пучок, создаваемый оптоволокном, иногда используется совместно с линзами — например, в эндоскопе, который используется для просмотра объектов через маленькое отверстие

Постскриптум: на данной фотографии изображен разрыв волоконно-оптического кабеля находящегося в земле.



**Список используемой литературы**

1. "Волоконно-оптическая техника", Технико-коммерческий сборник. М., АО ВОТ, N1, 1993

2. "Волоконно-оптические линии связи" Справочник. под ред. Свечникова

С.В. и Андрушко Л.М., Киев "Тэхника", 1988

3. Морозов "Оптические кабели", Вестник связи, N 3,4,7,9, 1993

4. Десурвир "Световая связь: пятое поколение", В мире науки,N 3, 1992

5. "Зарубежная техника связи", сер. "Телефония, телеграфия, передача данных", ЭИ вып. 11-12, 1991