

Беспроводные системы ПД

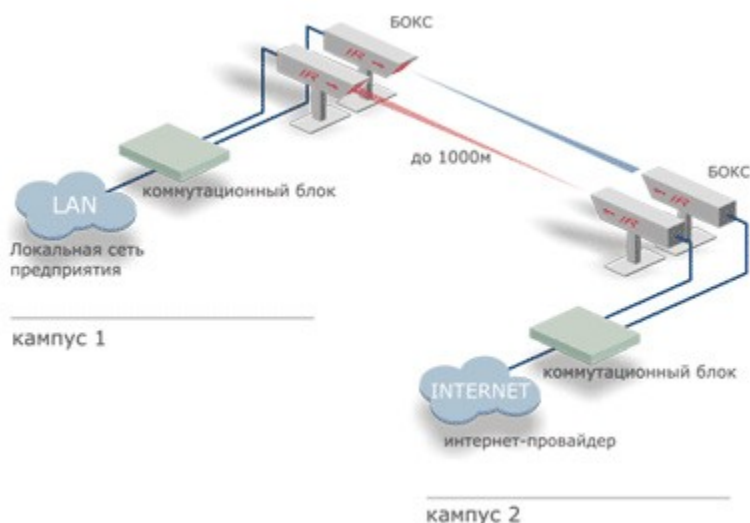
Лекция 11

Атмосферная оптическая линия связи

Атмосферная оптическая линия связи (АОЛС) — Free Space Optics (FSO) — Wireless Optics (WO) — вид оптической связи, использующий электромагнитные волны оптического (как правило ИК) диапазона, передаваемые через атмосферу. Английский термин также включает в себя передачу данных через вакуум.

Назначение оптических сетей – соединить беспроводным способом две точки в сеть и передавать данные на высокой скорости между ними. Существует множество вариантов использования АОЛС:

- создание локальной сети доступа к Интернету;
- построение «последней мили» в сетях широкополосного доступа;
- телефония — соединение телефонных станций;
- соединение центров обработки данных для передачи информации;
- соединение серверов с автоматически управляемыми производственными комплексами на предприятиях;
- соединение серверов видеонаблюдения с конечной видеоаппаратурой (в т.ч. HDTV);
- соединение БС в сетях мобильной связи и т. д.



Принцип работы АОЛС

В основе АОЛС лежит передача ИК излучения через атмосферу — информация передается модулированным излучением в ИК части спектра. Благодаря такой оптической системе данные (текстовые файлы, музыка, видео и аудио) передаются посредством лазерной связи, без кабелей. В отличие от других беспроводных технологий, АОЛС использует те частоты, на которые не требуется разрешение (~400 ТГц).

Данные поступают в приемопередающий модуль, где происходит кодирование информации, фокусировка оптической системой в узкий лазерный луч и непосредственно передача. На другой части линии связи стоит принимающая оптическая система, которая фокусирует оптический сигнал на высокочувствительный фотодиод и преобразовывает его в электрический сигнал. Чем выше частота, тем больше объем передаваемой информации.

Длина волны в большинстве реализованных систем варьируется в пределах 700–950 нм или 1550 нм, в зависимости от применяемого лазерного диода.

Ключевой принцип АОЛС основан на компромиссе: чем большую продолжительность простоев вследствие неблагоприятных погодных условий (туманов) допускает заказчик, тем протяженнее будет канал связи.

Преимущества АОЛС:

- использование частот, не требующих лицензирования;
- оптические системы не чувствительны к электромагнитному шуму;
- системы не создают помех для радиооборудования (поэтому для их построения не нужно разрешений и согласований с уже установленным оборудованием);
- не создают помех друг для друга (благодаря чему их можно использовать в густонаселенных районах, устанавливая оборудование в непосредственной близости друг от друга);
- простота монтажа, небольшие габариты оборудования (единственный важный момент в том, что крепиться оборудование должно к неподвижным, прочным опорам – многоэтажки, сварные стальные конструкции и т.п. Просто поднять антенну повыше и прикрепить передатчик не получится);
- высокая скорость передачи данных;
- сохранение инвестиций в сеть при переезде (оборудование снимается и монтируется в новом месте);
- нет необходимости в инфраструктуре (сеть можно развернуть там, где нет возможности проведения кабельных сетей);
- высокий уровень безопасности передачи информации (подключиться к сети и воровать трафик практически невозможно, поскольку сигнал передается при помощи лазера, а не отправляется в радиоэфир).

Недостатки АОЛС:

- зависимость от погодных условий (тумана, снегопадов, но зато даже сильный ливень не уменьшает качество сигнала);
- строгий лимит по расстоянию между передатчиком и приемником;
- дороговизна оборудования;
- для качественной работы сети нужно прочное крепление оборудования, поскольку смещение (ветер, механические нагрузки и проч.) передатчика или приемника ухудшает связь;
- недостаточная осведомленность пользователей о данной технологии, из-за чего отрасль развивается недостаточно быстро.

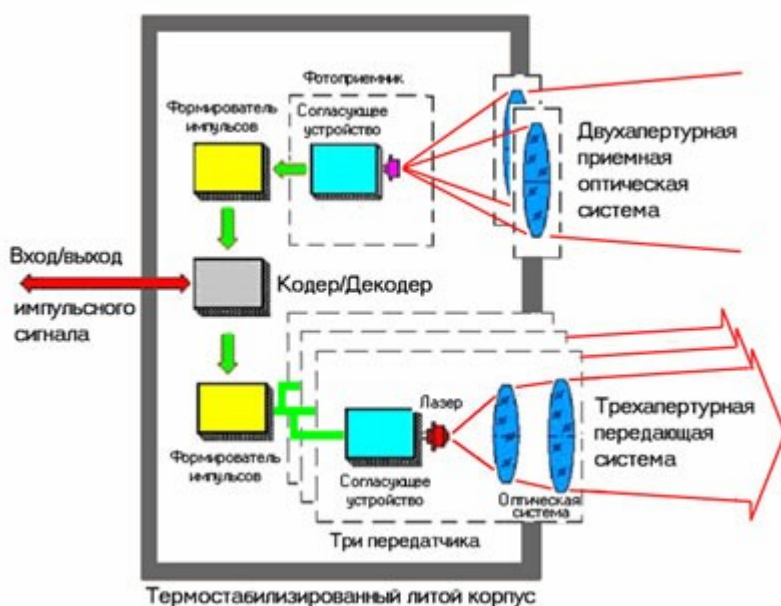
Пример оборудования АОЛС

Для примера рассмотрим АОЛС-оборудование Artolink серии М1 (патент РФ 2155450) производства ГУП Государственного Рязанского приборного завода. Оборудование предназначено для беспроводной полнодуплексной передачи цифровых данных между двумя точками с активным оборудованием. В настоящее время данная серия включает в себя модели, обеспечивающие сопряжение с наиболее популярными в России протоколами ПД — E1, Ethernet и Fast Ethernet.



Изделия серии М1 применяются при организации телекоммуникационных сетей интегрированного обслуживания, ЛВС, обеспечении доступа в Интернет, соединении БС сотовой связи, АТС и в других случаях, когда нужно высокоскоростное и экономичное решение для передачи информации между пространственно разнесенными объектами (часто разделенными естественными и искусственными преградами — реками, мостами, эстакадами, автотрассами и т. д.).

Все изделия серии состоят из двух идентичных терминалов. Каждый терминал включает в себя приемо-передающий модуль (ППМ), обеспечивающий передачу и прием оптических сигналов в атмосферном канале и устройство внешнего интерфейса (УВИ), служащее для обеспечения питания ППМ и стыка с внешним контрольным оборудованием. Блоки каждого поста соединяются между собой кабелем внутреннего интерфейса (КВИ) длиной до 100 м.



Конструкция модели Artolink M1-FE-BCx

FSO оборудование для работы на дистанциях до 7км.



Резервное радиооборудование



Апертура в оптике — характеристика оптического прибора, описывающая его способность собирать свет и противостоять дифракционному размытию деталей изображения. В зависимости от типа оптической системы эта характеристика может быть линейным или угловым размером. Как правило, среди деталей оптического прибора специально выделяют так называемую апертурную диафрагму, которая сильнее всего ограничивает диаметры световых пучков, проходящих через оптический инструмент. Часто роль такой апертурной диафрагмы выполняет оправа или края одного из оптических элементов (линзы, зеркала, призмы).

Беспроводной оптический канал связи (БОКС) образуется входящим в состав каждого ППМ оптическим стыком, состоящим из передатчика и приемника.

Оптический передатчик включает в себя 3 синфазных лазерных излучателя работающих на длине волны $800+50$ нм и обеспечивающих суммарную импульсную мощность излучения 120–135 мВт.

Приемная часть ППМ состоит из двух приемных объективов общей площадью 70 см², оптической схемы, обеспечивающей некогерентное суммирование световых сигналов, их пространственную и частотную фильтрацию и фотоприемного устройства на основе быстродействующего PIN-фотодиода или лавинного фотодиода (ЛФД, avalanche photodiode, APD). АЧХ фотоприемного устройства оптимизирована в каждой модели под необходимую скорость передачи и тип линейного кодирования данных. В состав приемной части входит также датчик пространственного положения оптической оси, который позволяет контролировать точность наведения ППМ друг на

друга. Для его работы, оптическая схема использует небольшую часть (около 4%) суммарного принятого оптического излучения.

Система пространственной стабилизации (СПС, autotracking) автоматически поддерживает направление оптической связи, что позволяет устанавливать ППМ на нестабильных основаниях (например, деревянные крыши или вышки сотовой связи).

В зависимости от типа внешнего стыка, ППМ содержат в своем составе необходимый интерфейс с соответствующей программой управления. Он обеспечивает прием и передачу сигналов распространяющихся по электрическим линиям, их перекодировку под требования оптического канала и, при необходимости, мультиплексирование потоков. Все интерфейсы являются не настраиваемыми, не программируемыми и прозрачными. Длина соединительных сигнальных кабелей может достигать 100 м для потоков Ethernet и Fast Ethernet и 150 м для потоков E1.

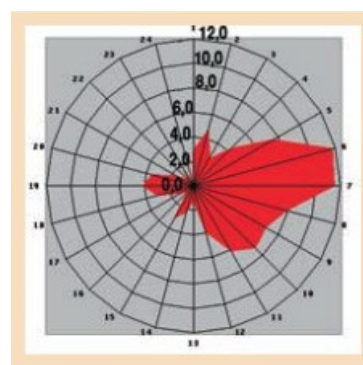
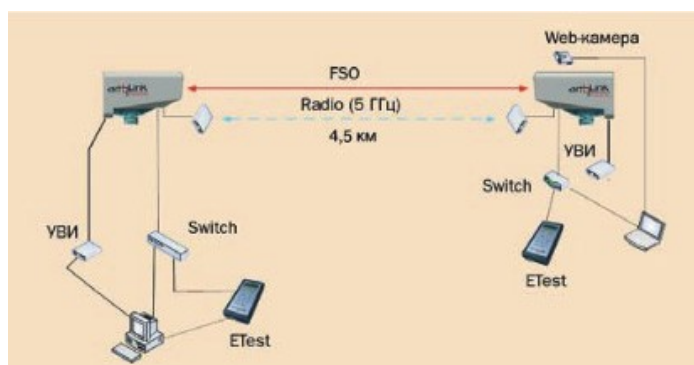
В состав ППМ входит мультипроцессорный вычислительный модуль, работающий под управлением специально разработанной ОС. Она позволяет в реальном масштабе времени обрабатывать асинхронные и параллельно протекающие процессы.

Во всех моделях серии M1 данный модуль обеспечивает следующие функции и сервис:

- Контроль рабочих режимов узлов ППМ, включая температуру.
- Стабилизацию параметров изделия во всем диапазоне изменений условий внешней среды.
- Мягкий запуск аппаратуры при отрицательных температурах эксплуатации.
- Переключение режимов работы ППМ: автоматическое поддержание направления связи, центрирование СПС.
- Индикация состояния ППМ и направления связи на встроенном 24 разрядной контрольной панели.
- Формирование последовательного потока информации в стандарте RS-232 для обеспечения функций удаленного мониторинга и управления.

Для обеспечения удобства и простоты установки атмосферной оптической линии связи каждый пост снабжен опорно-поворотным устройством. Оно обеспечивает жесткое закрепление ППМ на горизонтальной опорной поверхности, грубую и точную угловые юстировки. Для первоначальной визуальной наводки в состав ППМ входят диоптрийные прицелы. Внешне, различные изделия серии отличаются только типом соединителей сигнальных портов.

Существуют результаты испытаний, показывающие, что такое оборудование обеспечивает доступность канала порядка 98,67% без учета резервного канала связи.



Месяц	Доля времени работы линии по резервному каналу, %	Доступность канала связи без учета резерва, %	Доступность канала связи с учетом резерва, %	Расчетная доступность с "холодным" резервом, %
Май	0,676	99,324	99,9925	99,850
Июнь	1,421	98,579	99,9842	99,684
Июль	0,652	99,348	99,9928	99,855
Август	0,062	99,938	99,9993	99,986
Сентябрь	2,375	97,625	99,9736	99,472
Октябрь	2,290	97,710	99,9746	99,491
Средние значения за 6 мес.	1,327	98,673	99,9853	99,705

Источники:

1. FSO (технология). <https://ru.wikipedia.org>
2. Беспроводная оптика АОЛС / FSO – еще одно решение для преодоления «последней мили». <http://rubroad.ru>
3. FSO технология. <http://www.moctkom.ru>
4. 4,5 километра FSO-соединения с операторской надежностью. Практические результаты / С. Кузнецов, Б. Огнев, С. Поляков // Технологии и средства связи. №6. 2008. <http://www.moctkom.ru>
5. Атмосферная оптика FSO / М. Милых. <http://nag.ru>