

ного вблизи приемника (подразумевая использование симметричного канала связи), так и от отправки сигнала с другого устройства.

Еще одним вариантом, касающимся передатчика и приемника, является пространственно-временное (или пространственно-частотное) кодирование, при котором сигналы своевременно трансформируются и направляются по определенным антеннам, частотам или символам. Это является механизмом ослабления эффектов многопутевого затухания сигнала, обеспечивающим более высокую степень приема, чем варьируемое переключение, зависящее от реализации и окружающей среды. Одна из методик пространственно-временного кодирования, известная как Alamouti, применяется в устройствах WiMAX и 3GPP.

Интеллектуальные антенны способны увеличить пропускную способность

Описанные методики увеличивают расстояние передачи сигнала, но не пропускную способность. Однако они могут также применяться для существенного улучшения пропускной способности. С этой целью точки доступа оснащаются множеством антенн, каждая из которых обслуживает отдельную конечную точку. Этот метод называется SDMA. Тесты, проведенные корпорацией Intel, указывают на то, что пропускная способность при применении этого метода увеличивается линейно с увеличением числа антенн, установленных на обоих концах передачи сигнала. При увеличении числа антенн вдвое на обоих концах, пропускная способность также увеличится в два раза. В связи с этим для улучшения пропускной способности методом MIMO требуется добавлять равное число антенн на принимающем и пе-

редающем устройствах, например, если на одном конце будет установлено четыре антенны, а на втором всего три, то произойдет улучшение пропускной способности в 3 раза — четвертая антенна не будет улучшать пропускную способность (хотя она может быть использована для улучшения качества передаваемого сигнала).

Выводы

Как было установлено, интеллектуальные антенны позволяют добиться увеличения расстояния передаваемого сигнала в 1,4 раза и в два раза улучшить пропускную способность для системы 1x2 (одна передающая антенна и две принимающих) и для системы 2x3. Это означает, что скорее всего интеллектуальные антенны начнут использоваться в беспроводных устройствах в течение следующих пяти лет.

Одной из основных проблем является поиск способа встраивания множественных антенн в конечные устройства. Корпорация Intel активно ведет разработки в этом направлении. В настоящий момент, ноутбуки на базе технологии Intel® Centrino™ для мобильных ПК используют антенны с широким диапазоном приема для улучшения беспроводного соединения. Исследования по проектам интеграции множественных антенн в корпуса ноутбуков или сотовых телефонов продолжаются.

Одновременно с этим комитеты по стандартам IEEE 802.11n и 802.16d/e активно разрабатывают наилучший способ внедрения интеллектуальных антенн. Корпорация Intel является активным участником обоих комитетов, основываясь, главным образом, на проведенных исследованиях в области антенных систем и в области использования процессоров для обработки сигналов.

Минни Хо — старший научный сотрудник,

Ларри Суонсон — инженер по техническому маркетингу Лаборатории технологий связи Intel.

Источник: <http://www.intel.com/cd/corporate/europe/emea/rus/update/180583.htm>

БЕСПРОВОДНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ – УДОБНО, ВЫГОДНО, НАДЕЖНО!

А.В. Клоков (MicroMax Computer Intelligence, Inc.)

Беспроводные оптические технологии уже не являются чем-то экзотическим среди всего спектра беспроводных решений. Еще недавно радиорешения представлялись чуть ли не единственным способом организации беспроводного канала связи. А сегодня FSO (Free Space Optics) решения заняли достойное место среди технологий, предлагая в ряде случаев исключительные характеристики. Описываются основные преимущества, технические характеристики и особенности применения оптических систем.

Из истории вопроса

Концепция передачи данных на основе использования инфракрасных каналов прорабатывалась в течение многих лет, и интерес к ней в настоящее время только расширяется в связи с возрастающими потребностями в высокоскоростных беспроводных каналах связи.

Еще в конце 60-х гг. в Москве проводились испытания передачи данных на базе Российского оборудования беспроводной инфракрасной связи, которое было установлено между МГУ и Зубовской площадью. Потом проводился ряд экспериментов в начале

70-х гг. в различных регионах страны. В целом, испытания были успешными, но на тот момент у специалистов сложилось достаточно прохладное мнение об этой технологии и сводилось оно к тому, что плохие погодные условия делают использование беспроводных инфракрасных каналов неприемлемым и бесперспективным направлением.

Затем наметился перерыв в развитии интереса к применению технологии для передачи данных. Он остался в основном в области военного сектора для различных систем целеуказания, дальномеров и т.д. Как будет показано дальше, ограничение на исполь-

зование данного вида связи обуславливается не только уровнем развития технологии, но и возможностью прогнозирования поведения системы для корректного определения границ применимости технологии.

Вновь к применению инфракрасных (ИК) систем для беспроводной передачи данных вернулись к концу 80-х гг., когда получили широкое развитие ЛВС и, что особенно важно, технология передачи данных по оптоволоконным кабелям. Обе технологии чрезвычайно близки и различаются, в основном, адаптацией систем под среду передачи.

В начале 90-х гг. сложились условия для распространения технологии оптической связи. Это, во-первых, появление потребности в высокоскоростных и быстро развертываемых каналах связи. Во-вторых, достижения в области передачи информации по оптоволокну подтолкнули и развитие беспроводных оптических технологий. И, наконец, твердотельные лазеры достигли той мощности и надежности, которая необходима для коммерческого применения.

В это время на рынке стали появляться ИК системы передачи данных для локальных или для внутрикорпоративных систем. Одним из самых активных первопроходцев была канадская компания A.T.Schindler. Заметную активность проявляли фирмы Jolt и SilCom. Их системы с обычными сетевыми интерфейсами Ethernet, Token Ring обеспечивали передачу данных на дистанциях до 500 м и использовали в передающем устройстве ИК полупроводниковые излучающие диоды.

Оптические системы телекоммуникационного применения получили свое развитие лишь к 1998 г., когда уровень развития лазерной технологии позволил освоить в производстве лазерные полупроводниковые диоды мощностью 100мВт и более, с высоким показателем параметра наработки на отказ (MTBF), а именно более 6 лет — тот минимальный уровень, который требуется для надежного функционирования телекоммуникационной коммерческой системы.

Значительный опыт, приобретенный в результате большого числа инсталляций систем передачи информации на основе оптоволоконных каналов с инфракрасными приемопередатчиками, позволил довести эту технологию до совершенства. При этом был обеспечен высокий уровень безопасности данных и достигнута оптимальная стоимость, так как в данном случае отпадала необходимость в использовании дорогих в прокладке кабельных каналов связи.

Основные преимущества технологии оптической связи

Важнейшим преимуществом технологии оптической связи в России является то, что на нее не надо получать разрешение, как в случае радиоустройств. А это практически сводит на нет бюрократическую и документальную волокиту и, следовательно, существенно сокращает сроки установки. А простота и быстрота установки еще больше увеличивает привлекательность FSO-систем, особенно в тех случаях, когда необходимо установить соединение без больших за-

трат и в короткие сроки. Полная установка пролета, включая строительные-монтажные работы, установку и настройку, занимает всего 2...3 дня.

Из технологических преимуществ необходимо отметить, прежде всего, возможность передачи данных с высокими скоростями. Принцип прямой модуляции светового потока, применяемый во всех оптических системах передачи как при передаче данных по оптоволоконному кабелю, так и по воздуху, позволяет сегодня без проблем передавать данные со скоростями до 1 Гбит/с. Отсутствие принципиальных ограничений на скорость передачи дает этой беспроводной технологии уникальные преимущества перед радиосистемами.

Системы FSO не используют радиодиапазон, не создают помех в радиочастотном спектре и сами к ним нечувствительны, что немало способствует использованию данного оборудования на любой местности и особенно в условиях мегаполиса, где радиозфир достаточно засорен. Высокая конфиденциальность связи обеспечивается тем, что передача осуществляется узким лучом при полном отсутствии боковых излучений.

Краткое описание технологии оптической связи

Сигналы входного интерфейса системы используются для модуляции сигнала в открытом оптическом канале. Сама технология передачи основывается на передаче данных модулированным излучением в инфракрасной части спектра через атмосферу. Передатчиком служит полупроводниковый излучающий диод. В качестве приемника используется высокочувствительный фотодиод. Излучение воздействует на фотодиод, вследствие чего регенерируется исходный модулированный сигнал. Далее сигнал демодулируется и преобразуется в сигналы выходного интерфейса. С обеих сторон используется система линз: на передающей стороне — для получения коллимированного луча, а на приемной стороне — для фокусирования принятого излучения на фотодиод. Для дуплексной передачи организуется точно такой же обратный канал.

Все выглядит достаточно просто, но это только на первый взгляд.

Самым непредсказуемым элементом в системе является среда передачи. Непрогнозируемость атмосферы с ее погодными явлениями нам всем близка и понятна. Это и есть главное отличие от оптоволоконных систем, где параметры кабеля хорошо известны. Вкратце рассмотрим особенности передачи ИК сигнала через атмосферу.

Длина волны в большинстве реализованных систем варьируется в пределах 700...950 нм. Это близкий к видимому ИК спектр. Но почему именно он? Дело в том, что существующие технологические разработки, включающие разработку технологии производства полупроводниковых лазеров, были сделаны из расчета компромисса между принципиально доступными длинами волн излучателей и приемлемыми окна-

ми пропускания оптоволокна и, таким образом, перешли к FSO-системам по наследству. Поэтому выбор в длинах волн ограничен возможностями существующих излучателей и приемников (фотодиодов). Кроме диапазона 700...950 нм существуют компоненты для диапазонов около 1300 нм и 1500 нм. Как говорится, не разгуляешься.

Однако это не помешало создать надежные FSO-системы для различных применений. Существует ошибочное мнение, что оптические системы слишком чувствительны к влиянию тумана, дождя, снега и прочих атмосферных и погодных явлений. Ошибочно оно потому, что правильно рассчитанный и установленный оптический канал связи обеспечивает надежность не хуже, чем радиосистемы, а в ряде случаев и выше. Истоки сомнений зародились тогда, когда на начальном этапе развития технологии производители оборудования зачастую приводили слишком радужные параметры рабочей дальности канала. Зачастую это происходило из-за незнания возможностей технологии, из-за желания расширить область ее применения, а иногда из-за простого лукавства с целью обеспечить реализацию. Использование FSO-систем на больших дистанциях, за границами возможности технологии, приведет к предсказуемым плачевным результатам.

Это аналогично тому, как использовать радиосистемы на дистанциях, превышающих рекомендованные и поддерживаемые технологией. Очень похоже на случай попытки говорить по сотовому телефону в 20...25 км от базовой станции — связь вроде бы есть, но назвать это разговором сложно. Но при всем при этом никто не собирается отказываться от сотовой связи.

Однако сейчас, когда есть точные математические инструменты для моделирования поведения систем и накоплен, наконец, большой практический опыт инсталляций, не существует почвы для сомнений. Совершенно ясно надо представлять себе то, что в средней полосе России данная технология может обеспечить параметры канала достаточно высокого качества (с коэффициентом готовности около 99,5%) на дистанциях до 1 км с учетом применения самых мощных систем из доступных на рынке в настоящее время, например сер. SkyCell/SkyNet 4000. Все случаи применения FSO-систем для больших дистанций требуют осознанного подхода к требуемым критериям надежности, тщательного анализа возможностей оборудования и особенностей климата в заданном регионе. Для установки на дистанциях до

400...500 м подходит практически большинство из выпускаемых оптических систем. Чем меньше дистанция, тем выше надежность канала передачи. В случае особо высоких требований к надежности (получить минимум так называемых три или четыре "девятки" в коэффициенте готовности) даже на короткие дистанции 300...500 м ставят самые мощные системы.

Таким образом, мы очертили круг применимости технологии с учетом ее развития на современном этапе. Это каналы с дальностью, в ряде случаев, до 1,6 км, то есть той самой "последней мили", но способные передавать данные со скоростями, не доступными другим беспроводным технологиям — до 1...2,5 Гбит/с. Развитие и создание специализированной элементной базы позволит со временем увеличить рабочие дальности систем на порядок, а скорости передачи — на многие порядки.

Классы систем и области применения

Беспроводные оптические системы разрабатываются и выпускаются в зависимости от того, где и как они будут применяться.

Существует явно выраженный "операторский" класс систем. Предназначены они для организации каналов



Рис. 1



Рис. 2

связи телекоммуникационными и сотовыми операторами. Системы предназначены для работы на максимально возможных дистанциях, т.е. это самые мощные системы, которые устанавливаются на зданиях и вышках, круглосуточно работают в условиях различных осадков и широкого диапазона температур. Кроме того, операторам необходимо обеспечивать постоянный контроль за работоспособностью системы из центра. Особые требования предъявляют службы эксплуатации к таким системам. Чтобы обеспечить быстрое восстановление канала связи в случае отказа, система должна быть модульной и восстанавливаться на месте установки в течение нескольких минут. Наиболее востребованный набор интерфейсов — G.703, STM, ATM. Типичным представителем таких систем являются уже упомянутые выше блоки SkyCell/SkyNet от PAV Data Systems (рис. 1).

Другой класс систем — это так называемые "корпоративные" системы. Они также предназначены для работы в достаточно жестких погодных условиях при наружном монтаже, но применяются в корпоративной сети организации или предприятия для коммуникаций между разнесенными офисами или производственными площадками. Требования к надежности и времени восстановления здесь чаще всего ниже, а не-

обходимость удаленного мониторинга мало востребована. Такие системы проще, но в большинстве случаев имеют высокую пропускную способность и ориентированы на интерфейсы Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Широко представлены здесь российские производители – ГРПЗ, Катарсис, Квантово-Оптические Системы и зарубежные – PAV, Plaintree Systems, MRV Communications, LightPointe (рис. 2).

Зачастую такое оборудование устанавливается внутри помещений для организации связи между отдельно стоящими зданиями и офисами. Это позволяет не нарушать внешний вид офисного здания.

Совершенно отдельный класс – это системы для промышленного применения. Понятно, что в вычислительной сети промышленного предприятия могут применяться и перечисленные выше системы, но они мало подходят для установки в цехах для подключения технологического оборудования с интерфейсами RS-232/422, Profibus, Interbus и др.

Скорости передачи здесь редко превышают 2 Мбит/с, конструкция (уровень защиты блока) подразумевает установку внутри цеха, рабочие дистанции также невысоки – до 200 м.

Для развертывания в цехах вычислительных сетей с традиционными Ethernet интерфейсами применяется оборудование тоже в специальном исполнении. Здесь можно обратить внимание на линейку продуктов от компании Plaintree.

Практическое использование

Чтобы получить высококачественный канал передачи данных, нужно не только иметь хорошую ИК систему, необходимо еще ее правильно установить. Есть простейшие требования к месту для монтажа системы, к жесткости опоры, например недопущению мест перед ИК блоками, где могут образоваться сугробы и т.д. Все эти требования очень просты, как и правила дорожного движения о запрещении проезда на красный свет (что может быть проще?), но их нарушение приводит к плачевным результатам и последующим разочарованиям. Однако есть и более тонкие вопросы установки систем. Суть дела проста – например, необходимо обеспечить канал связи с вышки высотой 70 м на обычное невысокое здание, стоящее на холме. Прямая видимость обеспечена, чего же еще? Но вот набегали тучи и закрыли ИК блоки.

*Клюков Александр Валентинович – директор по информационным технологиям и коммуникациям
Российского отделения MicroMax Computer Intelligence, Inc.*

Контактный телефон (095) 310-74-27.

[Http://www.micromax.ru](http://www.micromax.ru)

НОВЫЕ КНИГИ ПО КОНТРОЛЛЕРАМ DIRECTLOGIC

Ю.А.Соколов, В.Г.Кулешов "Построение систем управления на базе контроллеров DirectLOGIC"

В книге отражен опыт проектирования систем управления технологического оборудования НТЦ ОАО "Электромеханика" (г.Ржев). Книга содержит не только общий обзор различных структур систем управления на базе ПЛК семейства DirectLOGIC, но и подробное описание стиля программирования и разработки алгоритмов управления ТП. Книга написана для пользователей, кото-

Нет, это не "конец связи", если система была рассчитана с учетом влияния затухания от нижней кромки облаков, типичной для данного региона. У лазерного луча хороший потенциал, и применять ИК системы нужно после рекомендаций со специалистами.

Грамотно спроектированная и установленная система может обеспечить высокое качество канала связи с уровнем доступности около 99,9%. Что характерно, битовые ошибки в ИК канале практически отсутствуют (обычно на уровне 10-12). Однако получить значения выше 99,99% в реальных условиях достаточно сложно. И причина тому – птицы! Лазерный луч может преодолеть практически все погодные явления, но физические преграды – нет. Дело, конечно, в мощности и фокусировке луча... Но в целях безопасной эксплуатации плотность светового потока искусственно ограничивается. Это приводит к тому, что птицы при пересечении луча кратковременно прерывают канал передачи. Цифры реально достижимых уровней доступности канала приведены из накопленного опыта эксплуатации систем в средней полосе России и это реально высокие показатели канала передачи. И, тем не менее, есть возможность еще более повысить эти значения применением многолучевых систем. Это дороже, но оправдывает затраты дополнительных средств. За каждую дополнительную девятку после запятой в параметре доступности канала приходится платить. Но это справедливо не только для ИК систем, но и для всех остальных систем тоже.

Применение беспроводных оптических систем особенно в условиях, когда реализуются основные преимущества данного оборудования, оказывается высокоэффективным. Быстрое развертывание высокоскоростных (и не очень) каналов связи там, где есть естественные преграды для проводных коммуникаций, а применение радиосистем сопряжено с большими задержками и административными проблемами при развертывании канала связи, дает высокий экономический эффект.

Основной совет – поставщик оборудования должен быть профессионалом в данной области, специализироваться на работе с FSO-системами и иметь опыт по установке данного оборудования. В этом случае он сможет дать правильные рекомендации по монтажу и эксплуатации FSO-систем и избежать случайных ошибок при установке. Оптические системы хорошо и надежно работают тогда, когда учтены все особенности новой технологии.

рые успели поработать с DirectLOGIC, но желают расширить свои знания. Представленный материал иллюстрируется структурными схемами, примерами программ на языке RLLplus и содержит советы по программированию контроллеров для реальных ТП. Такой подход поможет оперативно применить полученные знания в новых ситуациях при разработке СУ.

[Http://www.plcsystems.ru](http://www.plcsystems.ru)