

Возможности «Скай Линк – Санкт-Петербург» по передаче данных в сети IMT-MS-450 (CDMA 2000 1x)

Сергей Буров
Sburov@skylink.spb.ru

В последние годы в России активно развиваются проекты, в которых применяется беспроводная передача данных. В большинстве случаев использовать традиционные кабельные системы менее эффективно и экономически невыгодно по сравнению с беспроводными каналами.

Беспроводные технологии находят широкое применение в системах мониторинга, где контролируемые объекты расположены на большом расстоянии друг от друга. Это системы сбора и передачи информации с различных счетчиков контроля расхода электроэнергии, тепла, воды, газа.

В статье приведен краткий обзор стандарта CDMA (Code Division Multiple Access) и даны конкретные примеры схем организации связи при передаче телеметрической информации в сети «Скай Линк – Санкт-Петербург» IMT-MS-450.

Введение

История развития технологии CDMA уходит своими корнями в 50-е годы XX века, когда ученые задались целью разработать новый стандарт для обеспечения эффективной надежной беспроводной связи, устойчивой при работе в любых погодных условиях, способной противостоять любым естественным или преднамеренным помехам. Когда эта задача была выполнена, разумеется, этой технологией заинтересовались военные, которые впервые и применили ее для своих целей. Следует отметить, что в основе технологии множественного доступа с кодовым разделением каналов, а именно так расшифровывается аббревиатура CDMA, лежала теория ортогонального разделения каналов, над которой работал ряд советских и американских ученых еще в 30-х годах прошлого века.

Свое применение в коммерческих сотовых сетях стандарт CDMA нашел сравнительно недавно — только в середине 90-х годов, когда американская компания Qualcomm, взяв за основу классический CDMA, разработала его модификацию для коммерческого использования – CDMAone. Такой поздний запуск в гражданских целях можно объяснить сложностью его реализации в

сотовых сетях. Лишь современный уровень развития микроэлектроники позволил воплотить данную технологию в приемлемых по размеру абонентских терминалах.

За последние несколько лет технология CDMA была успешно протестирована, стандартизирована и запущена в производство во всем мире. Следующей за CDMAone ступенью эволюции стало появление нового семейства — CDMA 2000. При его разработке специалисты стремились, прежде всего, существенно повысить скорости передачи данных и сохранить совместимость по используемым частотам с системами CDMAone. Новая технология обеспечила повышение скорости передачи данных до 153 кбит/с (CDMA 2000 1x). Стандарт CDMA 2000 разрабатывался с учетом поэтапной миграции в будущем этих сетей в сети третьего поколения. Так, последующие стадии развития этого стандарта предполагают увеличение скорости передачи данных в прямом канале до 2,4 Мбит/с (CDMA2000 1x EV-DO).

На сегодняшний день число абонентов сетей CDMA исчисляется десятками миллионов пользователей во всем мире. Особенно популярна данная технология в Северной и Южной Америке и Юго-Восточной Азии. На основе стандарта CDMA-2000 американская компания Lucent Technologies

создала модификацию технологии для работы в диапазоне 450 МГц, получившую название IMT-МС-450, или CDMA-2000 1x 450. В России первая коммерческая сеть сотовой связи на основе технологии IMT-МС 450 была запущена в Санкт-Петербурге в декабре 2002 года, а уже в ноябре 2003 года началась коммерческая эксплуатация сети Скай Линк в Москве. К настоящему времени сети под брендом Скай Линк развернуты в 19 регионах РФ. Лицензионная территория проекта охватывает 65 регионов с населением 104 млн человек, что составляет более 72% населения России.

Основные преимущества CDMA

Чем же стандарт CDMA, так долго оставшийся в тени и бывший лишь прерогативой военных, отличается от других стандартов, используемых в сетях сотовой связи?

Основным и принципиальным отличием CDMA является использование широкополосных сигналов для передачи данных. Процесс образования широкополосного сигнала происходит посредством модуляции исходного информационного сигнала абонента уникальной псевдослучайной цифровой последовательностью (сформированной по закону Уолша), которая и расширяет спектр исходного информационного сигнала, как бы «размывая» его по всему диапазону частот. Таким образом обеспечивается совместное использование одной полосы частот одновременно многими пользователями. Для того чтобы абонент смог выделить свой сигнал и восстановить полезную информацию в приемнике, сигнал воссоздается с помощью идентичного цифрового кода, аналогичному тому, который использовался при передаче. Сигналы остальных пользователей для данного конкретного приемника воспринимаются лишь как «белый шум», который практически не мешает его нормальной работе.

Использование широкополосного сигнала обеспечивает высокую защищенность от несанкционированного доступа к информации, так как перехватить такой сигнал из-за его небольшой мощности очень трудно (мощность сигнала распределяется по всей полосе частот), а также без знания псевдослучайной последовательности невозможно понять содержимое. Еще одно важное преимущество широкополосного сигнала вытекает из его названия

— значительная ширина диапазона сигнала обеспечивает высокую помехоустойчивость. В случае возникновения в широкой полосе частот сигнала-помехи узкого диапазона, исходный сигнал попадет на приемник практически неискаженным.

Раздельная обработка отраженных сигналов, приходящих с разными задержками, и последующее их весовое сложение значительно снижают отрицательное влияние эффекта многолучевости, делая его минимальным, что особенно актуально в условиях плотной городской застройки. Другими отличительными характеристиками систем CDMA являются усовершенствованные функции обнаружения и коррекции ошибок, поддержка более совершенных вокодеров (устройств, оцифровывающих голос) с динамически изменяемой скоростью кодирования речи, мягкая передача абонентского терминала (handover) и точное управление мощностью передаваемого сигнала, а также низкая излучаемая мощность. Все это обеспечивает прекрасное качество передачи речи, сопоставимое с проводными каналами связи. Мягкая передача канала связи при переходе от одной базовой станции к другой (handover) основана на том, что, так как все базовые станции используют одну полосу частот, то одновременно одного абонента могут вести несколько станций. При переходе из одной соты в другую, потери связи практически исключены.

В системе IMT-МС-450 реализован интеллектуальный адаптивный механизм, позволяющий изменять базовые параметры сети, что позволяет повышать пропускную способность сети в часы наибольшей нагрузки. Из-за динамического перераспределения нагрузки любой из секторов базовой станции в экстремальных условиях может обслуживать в 3–6 раз больше вызовов.

Также нельзя не упомянуть, пожалуй, даже самое важное свойство технологии CDMA — самую низкую себестоимость передачи одного бита информации по сравнению с другими сотовыми стандартами.

Использование диапазона 450 МГц — самого низкочастотного из используемых в системах сотовой связи — обеспечивает наилучшие условия для распространения сигнала, обеспечивая максимальный радиус действия базовой станции и лучший прием в условиях плотной городской застройки.

Резюмируя вышесказанное, можно выделить следующие основные преимущества IMT-МС-450:

- Более высокое качество связи по сравнению с другими стандартами;
- Высокая скорость передачи данных (до 153 Кбит/с);
- Высокая помехоустойчивость и надежность связи в условиях многолучевых замираний и промышленных помех;
- Максимальная защищенность и конфиденциальность передаваемых данных;
- Минимальная мощность излучения абонентских терминалов;
- Экономическая эффективность стандарта и, как следствие, более низкая себестоимость предоставляемых услуг.

Главная особенность IMT-МС-450 заключается в том, что наряду с полным набором голосовых услуг и сервисов, предоставляемых в сети Скай Линк, абонент получает возможность получать и принимать данные на скорости до 153 Кбит/с.

До появления на рынке Скай Линк, представившей на рынок IMT-МС-450, единственным вариантом для организации беспроводной передачи данных через сеть сотового оператора было использование низкоскоростных каналов GSM. Немного позже появился GPRS (General packet Radio Service) — система, которая реализует протокол пакетной передачи информации в рамках сети сотовой связи GSM. Существенным «минусом» технологии GPRS является «остаточный» принцип, согласно которому информация передается в неиспользуемых в данный момент времени голосовых каналах, что ставит в зависимость скорость передачи данных от текущей загрузки базовых станций. Меньшая помехоустойчивость является следствием узости полосы пропускания базовой станции. Также скорость передачи данных напрямую зависит от класса GPRS модема абонента. Наиболее распространенные терминалы работают в режиме GPRS по схеме 4/2, т. е. 4 тайм-слота на линии к абоненту и 1–2 слота на линии от абонента. Но на сегодняшний день операторы сетей GSM не склонны выделять все 4 тайм-слота для работы с данными. Реальная средняя скорость для GPRS составляет около 20 Кбит/с, а в часы наибольшей нагрузки из-за значительной загруженности голосовым трафиком сети

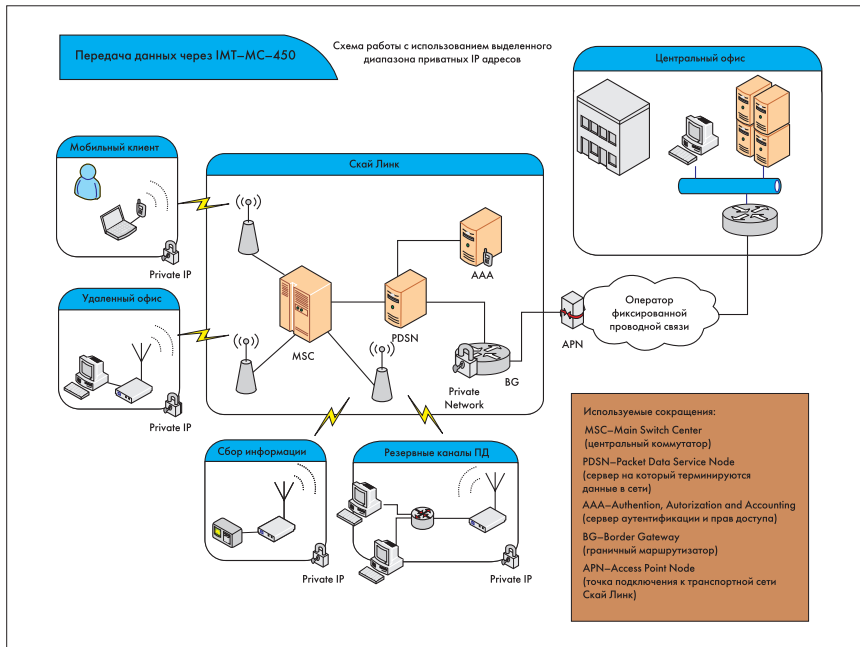


Рис. 1. Пример схемы организации связи с присоединением к транспортной сети Скай Линк и работы с использованием услуги «Приватный статический IP адрес»

GSM может снижаться практически до нулевой отметки.

Технология EDGE, которая сейчас приходит на смену GPRS, предполагает внедрение новой модуляции в радиоканале между базовой станцией и мобильным терминалом, благодаря чему достигается более высокая скорость передачи данных, однако это требует со стороны операторов значительных инвестиций в модернизацию сети. Кроме того, необходимы соответствующие абонентские терминалы, поддерживающие этот стандарт. Говорить о преимуществах или недостатках EDGE еще рано, так как операторы только начинают внедрять ее в своих сетях и практическое использование технологии ограничено небольшими опытными зонами.

В отличие от GSM, в стандарт IMT-450 уже изначально была заложена возможность высокоскоростной пакетной передачи данных на скорости до 153 Кбит/с. Любой из существующих телефонов IMT-450 можно использовать для передачи данных и доступа к сети Интернет. А появление в последнее время специализированных терминалов в промышленном исполнении с возможностью подключения внешней антенны и вынесенным блоком питания еще больше увеличивает интерес к использованию преимуществ стандарта для решения любых задач по беспроводной передаче данных.

Средняя скорость в сети IMT-450 в разы превосходит среднюю скорость

через GPRS. Среди всех технологий сотовой связи только CDMA 2000 может обеспечить постоянную доступность канала связи и надежное удержание после его установления соединения. Достоверность передачи данных, обеспечиваемая этой технологией, выше, чем в системах GSM. Одной из отличительных особенностей передачи данных является применение двух протоколов для коррекции и передачи сигнала: протокола радиосвязи (Radio Link Protocol – RLP) и протокола управления передачей (Transmission Control Protocol – TCP). Это значительно повышает безошибочность работы системы.

Передача данных в сети IMT-450 осуществляется в режиме пакетной коммутации. При пакетной передаче данных соответствующий радиоканал занимается лишь в процессе передачи информации, благодаря чему достигается более высокая эффективность его использования. Другое достоинство пакетного режима передачи данных — это возможность связываться с несколькими источниками или приемниками одновременно во время одного сеанса. В качестве протокола сетевого уровня при передаче данных в сети IMT-450 используется протокол IP. Кроме того, возможна работа с любыми другими протоколами, которые инкапсулируются в IP.

Варианты использования IMT-450 для передачи данных необычайно широки:

- резервные каналы передачи данных;
- телеметрия и системы промышленной автоматизации;
- системы охраны и видеонаблюдения;
- подключение банкоматов и POS-терминалов;
- мобильный доступ к базам данных и ресурсам корпоративной сети.

Можно с уверенностью сказать, что в ряде случаев услуги Скай Линк по организации каналов передачи данных могут на равных конкурировать с услугами, которые предоставляют обычные фиксированные операторы связи, при этом обладая рядом очевидных преимуществ:

- более низкий уровень затрат на развертывание и эксплуатацию;
- возможность быстрого масштабирования: объединение нескольких сетей в единую сеть, подключение новых пользователей;
- высокая защищенность и надежность беспроводных линий связи на базе технологии CDMA.

Примеры схем организации связи при передаче телеметрической информации в сети «Скай Линк–Санкт-Петербург» IMT-450

Говоря о технологии IMT-450, нельзя обойти стороной ее практическое применение, т. е. услуги, которые предоставляет оператор, работающий в этом стандарте. Рассмотрим, какие возможности по передаче данных предлагает «Скай Линк – Санкт-Петербург» для своих клиентов. Все приведенные примеры предлагают решение типовой задачи – организации беспроводных каналов передачи данных между территориально распределенными удаленными точками и центральной точкой для двустороннего обмена данными.

Схема организации связи с присоединением к транспортной сети Скай Линк и работы с использованием услуги «Приватный статический IP-адрес».

В этом случае клиент получает в свое распоряжение отдельный защищенный диапазон частных IP-адресов из числа зарезервированных для использования в частных сетях (192.168.x.x). Размер диапазона IP-адресов

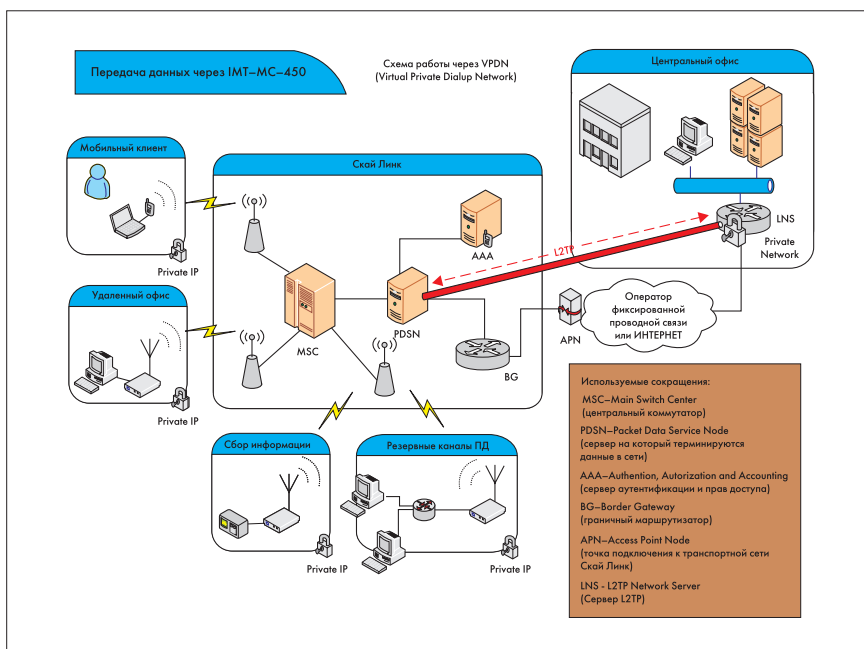


Рис. 2. Пример схемы организация связи с присоединением к транспортной сети Скай Линк и использованием услуги VPDN

определяется предполагаемым числом мобильных подключений.

Для регистрации в сети Скай Линк клиент использует заранее определенные имя пользователя и пароль. Сервер AAA в сети Скай Линк проверяет данные, вводимые клиентом для авторизации, и, при положительной проверке, назначает определенный статический приватный IP адрес, соответствующий введенному имени пользователя. Корпоративный клиент, получив приватный IP адрес, имеет возможность передавать и получать данные на любой из приватных IP-адресов его подсети. Таким образом, все зарегистрированные в данный момент времени терминалы корпоративного клиента Скай Линк оказываются в одной приватной сети, закрытой как от доступа других корпоративных клиентов Скай Линк, так и от доступа из Интернет.

Схема организации связи с присоединением к транспортной сети Скай Линк и использованием услуги VPDN (Virtual Private Dialup Network)

Аббревиатура VPDN в переводе означает «виртуальная частная коммутируемая сеть». Эта технология обеспечивает туннелирование PPP соединения от PDSN Скай Линк до шлюза корпоративной сети клиента (LNS) по протоколу L2TP, что делает возможным подключение центрального офиса выделенным каналом как по прямому проводу, так

и через Интернет, при этом гарантируя безопасность прохождения трафика. Отличительной особенностью работы через VPDN является то, что удаленных пользователей администратор LNS назначает и авторизует сам, назначая им IP-адреса из необходимого диапазона, что исключает необходимость приобретать IP-адреса у Скай Линк. Количество удаленных подключений определяет сам клиент. Скай Линк взимает лишь фиксированную плату за пользование услугой VPDN.

Прием туннелей, организованных по протоколу L2TP, возможен на любой мультисервисный маршрутизатор Cisco Systems, начиная с серии 1700. Такой маршрутизатор может быть использован одновременно и для соединения с сетью провайдера, и Интернет. В качестве сервера авторизации могут применяться любые коммерческие или свободно-распространяемые программные продукты.

Схема организации связи для работы через Интернет с использованием публичных статических или динамических IP-адресов

Данная схема предполагает использование сети Интернет для создания виртуальной корпоративной сети. Если центральный офис вашей компании уже имеет канал в сеть Интернет (это может быть, например, выделенный канал или ADSL доступ) и специфика работы допускает передачу данных через Интернет, то целесообразно использовать это подключение.

Удаленные точки, подключенные через терминалы Скай Линк, регистрируясь в сети Скай Линк, оказываются в сети Интернет, получая при этом публичный IP-адрес (IP-адрес, необходимый для работы в Интернет).

В случае необходимости Скай Линк предлагает воспользоваться дополнительной услугой – «Публичный статический IP-адрес». В этом случае, ис-

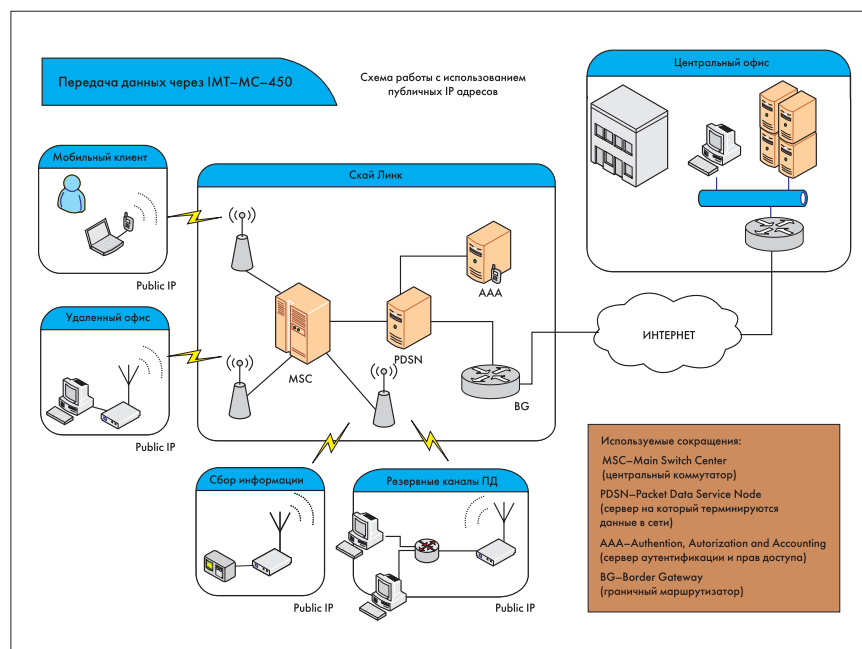


Рис. 3. Пример схемы организации связи для работы через Интернет с использованием публичных статических или динамических IP-адресов

пользуя заранее определенные имя пользователя и пароль при регистрации в сети Скай Линк, клиент получает фиксированный IP-адрес, что в большинстве случаев упрощает конфигурирование и настройку сети. Проверкой данных, вводимых клиентом при авторизации в сети Скай Линк при получении статического IP-адреса, занимается сервер AAA. Данный сервер при положительном результате проверки назначает определенный статический публичный IP-адрес (вида 212.129.x.x), соответствующий введенному имени пользователя.

При необходимости, для обеспечения безопасности прохождения трафика и защиты от постороннего доступа, клиент может организовать VPN туннелирование или шифрование трафика.

Некоторые из приведенных примеров предполагают организацию проводного канала канала от центральной точки клиента до транспортной сети Скай Линк. Для этого оператор предлагает отдельную услугу – «Подключение оборудования клиента к транспортной сети Скай Линк». Услуга предполагает подключение к транспортной сети Скай Линк оборудования клиента для

обеспечения возможности пропуска трафика между мобильными терминалами клиента и его корпоративной сетью. Для этого Скай Линк организует для клиента выделенную точку доступа. Клиент берет на себя организацию цифрового канала между выделенной точкой доступа и своим оборудованием. Данный цифровой канал связи может быть организован путем аренды у одного из операторов, предоставляющих каналы связи в аренду, с которыми транспортная сеть Скай Линк имеет стыки.

Для передачи телеметрической информации в сетях Скай Линк можно использовать CDMA терминалы, оснащенные последовательным интерфейсом RS-232.

В настоящее время в России для приобретения доступны, например, терминалы FCT-CDMA-450, производства RWT (Польша), сотовый терминал стандарта CDMA 2000 1X, производства ТЭСС-Электроникс (Россия), AnyData EM IV-450 (Корея). Для эффективной передачи данных по IP-сетям эти устройства могут быть оснащены встроенным TCP/IP стеком (AnyDATA). Во всех перечисленных устройствах реализована поддерж-

ка R-UIM (аналог SIM карт в GSM-сетях) и возможность подключения внешней антенны.

Следует обратить внимание на то, что для эксплуатации в сетях Скай Линк разрешены только изделия, имеющие необходимые сертификаты и прошедшие тестирование в лаборатории оператора Скай Линк.

Заключение

Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что в России уже сегодня, используя возможности ИМТ-МС-450, предлагаемые Скай Линк, можно экономически эффективно и технически успешно решать любые задачи, связанные с беспроводной передачей данных.

На подходе новая технология – ИМТ-МС-450 EV-DO, которая позволит увеличить скорость передачи данных в десятки раз. Ее внедрение планируется осуществить в сети «Скай Линк-Санкт-Петербург» уже в декабре 2005 года. Это даст еще большие возможности, ранее казавшиеся просто фантастическими. Но это уже тема для отдельного разговора.