**Спутники связи**

Коммуникационный спутник (спутник связи) - это специальный беспроводной приемо-передатчик - принимающий радиоволны из одного места и передающий их в другое, который запускается с помощью ракеты и закрепляется на околоземной орбите. Сегодня вокруг нашей планеты вращаются сотни действующих коммерческих спутников. Эти спутники используются для самых разнообразных целей, таких как передача данных через сети широкого спектра действия, прогнозирование погоды, телевещание, непрофессиональное общение посредством радиоустройств, доступ в Интернет и спутниковая навигация.



Спутники имеют много других полезных функций, кроме передачи данных. Большинство современных прогнозов погоды полагаются на информацию, передаваемую спутником. Спутниковые навигационные системы работают благодаря объединенной сети спутников. Научные исследования нашей планеты, атмосферы и вселенной также основаны на показаниях спутников.

**Орбиты**

Существует три области спутниковых орбит:

* ГЗО: Геостационарная Земная Орбита
* ПЗО: Промежуточная Земная Орбита
* МЗО: Малая Земная Орбита

Спутники, находящиеся на ГЗО, вращаются непосредственно над экватором, приблизительно на расстоянии 35 400 км (22 000 миль) от Земли. На такой высоте один полный оборот вокруг Земли занимает 24 часа. Таким образом, спутник постоянно находится в одной и той же точке над поверхностью Земли и остается неизменной в небе (неподвижным) из любой точки на поверхности, с которой его можно увидеть.

ПЗО определяется просто как область между ГЗО и МЗО. Первоначально используется для спутниковых систем GPS.

МЗО находится на расстоянии от 200 до 1400 км от Земли. Спутники, находящиеся на МЗО, вращаются вокруг Земли очень быстро и обычно находятся в зоне одного представительства только 90 минут. Их главное преимущество состоит в том, что они находятся очень близко к поверхности Земли, обеспечивая меньшие задержки во времени для более быстрого общения. Однако, для последовательной передачи сообщений они требуют концентрации спутников так, чтобы сообщения могли сохраняться, когда один спутник выходит из зоны досягаемости, а другой двигается внутри зоны действия земной станции. Спутники, находящиеся на МЗО, дешевле, обычно менее мощные и имеют более короткий срок службы.

**Спутники связи**

Большинство спутников связи располагаются на ГЗО. Один геостационарный спутник может покрывать до 40 процентов поверхности Земли; так что, теоретически три таких спутника могут обеспечить связью всю земную поверхность. Для того, чтобы обеспечить правильный и уверенный охват какого-то определенного региона, континента или страны, излучателям часто "придают форму" для того, чтобы направить передачу данных и увеличить силу сигнала для обслуживаемой области.

Роль спутника в обеспечении спутниковой связи состоит в том, чтобы служить ретранслятором сигналов. То есть, он принимает сигналы от одной станции и передает их, благодаря чему другая станция может принять эти сигналы. Прием и передача данных осуществляется посредством транспондера (приемо-передающего тракта). Один транспондер на спутнике, находящемся на геостационарной орбите может одновременно управлять примерно 5000 голосовых каналов и каналов передачи данных. Стандартный спутник имеет 32 транспондера.

Транспондеры функционируют каждый на отдельной радиочастоте с определенной длиной волн, или "полосе частот". Спутниковая связь действует на трех полосах частот: С, Ku и Ka. С - была первой полосой, введенной в действие, и как полоса с большей длиной волн, она требует антенну большего размера. Ku - является полосой, используемой большинством систем VSAT. Ка - это новая выделенная полоса, которая пока не используется широко. Из трех полос, эта имеет самые короткие волны и может использовать самую маленькую антенну.

Из-за делового соперничества существует множество спутников находящихся на ГЗО. Спутники с одинаковой частотой могут находиться в трех градусах друг от друга, не создавая помех. Поскольку в окружности 360 градусов, это означает, что на ГЗО может быть расположено 120 спутников.

Комбинация различных диапазонов частот и общего числа транспондеров на орбите говорит о том, что сегодняшние спутниковые сети являются идеальным средством передачи и получения практически любого типа данных, от простых цифровых данных до самой сложной аудио, видео информации.

**Спутниковые провайдеры**

Спутниковая связь работает безотказно благодаря индустрии, построенной из тесно взаимодействующих сегментов в особых областях специальных знаний. Давайте посмотрим на эти сегменты.



**Спутниковые провайдеры**

Спутниковый провайдер финансирует строительство и запуск спутника. У каждого спутника есть транспондеры (см. раздел " [спутники связи](http://www.skyedge.ru/index.php?id=ss&s=3) "), спроектированные чтобы покрывать определенную географическую область, или "зону действия", помогая таким образом оператору обращаться к конкретным клиентурным рынкам. Затем оператор сдает внаем клиентам, таким как поставщики услуг, телекомпании, частные и правительственные организации, емкость транспондера.

**Поставщики оборудования для наземных станций**

Наземное оборудование, включая ЦЗС и станции VSAT, производятся и укомплектовываются поставщиками. Gilat является ведущим поставщиком оборудования для земных станций, который поставляет ЦЗС, станции VSAT и сопутствующее оборудование и услуги.

**Поставщики услуг**

Обычно, компании, предоставляющие широкополосный Интернет, являются теми компаниями, арендуют емкость спутниковых операторов, покупают оборудование у поставщиков оборудования для земных станций, устанавливают и поддерживают получившуюся сеть и продают весь пакет услуг связи конечному пользователю. Телепорт-Сервис является таким поставщиком услуг.

**Клиенты**

Клиентами являются организации и частные лица, использующие оборудование и услуги спутниковой связи. Очень крупные клиенты, в первую очередь, государственные службы и международные компании, иногда сами выступают как Поставщики услуг, используя свое собственное оборудование для земных станций. Менее крупные организации, включая предприятия малого и среднего бизнеса и малые/домашние офисы работают с поставщиками услуг, а не создают свои собственные инфраструктуры. Потребители, используя телефон, асинхронную систему передачи или компьютер в отдаленных регионах, может быть, даже не знают, что соединение происходит посредством спутника, но они знают, что сейчас они получают такие же услуги, как и жители больших городов.

**Технология VSAT**

Very Small Aperture Terminal (VSAT) - это устройство, известное как земная станция, используемая для получения и передачи данных через спутник. Фраза "очень маленький" в аббревиатуре VSAT относится к размеру антенны VSAT, обычно 0.55-1.2 м в диаметре, которая устанавливается на крышу или стену, или ставится на землю. Этот размер соответствует диапазону передачи Ku, который, как уже было отмечено в разделе ["Спутники связи"](http://www.skyedge.ru/index.php?id=ss&s=3), используется, в основном, для действующих систем. Для передачи данных в диапазоне С нужна антенна немного большего размера - 1.8 м.

Антенна, вместе с прилагаемым блоком - конвертером с низким уровнем шума или LNB( который усиливает полученные со спутника сигналы) и передатчик составляют наружный модуль комплекта VSAT (ODU), первую из двух частей комплекта VSAT.

Вторая часть комплекта VSAT - это внутренний блок (IDU). Внутренний блок представляет собой маленький настольный прибор, который преобразовывает информацию, проходящую между аналоговыми коммуникациями на спутнике и местными устройствами, такими как телефоны, компьютерные сети, ПК, ТВ и т.д. Вдобавок к основным программам преобразования, IDU могут содержать также дополнительные функции, например, такие, как безопасность, ускорение сети и другие свойства. Внутренний блок соединяется с внешним посредством 2 кабелей.

Главное преимущество земной станции VSAT перед обычным наземным соединением состоит в том, что комплекты VSAT не ограничены досягаемостью кабеля, проходящего под землей. Земная станция VSAT может быть установлена в любом месте - при условии свободной видимости спутника. Станции VSAT могут передавать и получать любые видео, аудио и другие данные на постоянной высокой скорости независимо от их удаленности от наземных коммуникационных станций и инфраструктуры.

**Как работает сеть VSAT?**

Сеть VSAT состоит из трех основных компонет:

* Центральная Земная Станция (ЦЗС или спутниковый ХАБ).
* Спутник.
* Практически неограниченное количество земных станций VSAT в различных точках - по стране или континенту.

Содержимое, в основном, берет начало в ЦЗС. Это также является местом, где находится оборудование и программные средства, используемые для контроля спутниковой связью. ЦЗС обычно имеет связь с коммуникационной сетью, которая является либо телефонной сетью общего пользования в большом городе, центральной компьютерной сетью компании или опорной сетью Интернет.

Самой выдающейся частью ЦЗС является большая, 4,5-11 м (15-36 футов), антенна. Внутренние элементы включают множество устройств, которые контролируют двусторонние передачи через антенну, преобразования между спутником и наземными протоколами и другие технические вопросы. Сервер системы управления сетью контролирует функционирование всех устройств, а также распределяет очередность передачи сообщений приложениям в зависимости от определенных покупателем требований к качеству обслуживания.

Как уже было описано раньше, VSAT - это устройства, используемые в отдаленных местах для обеспечения коммуникации с центральным пунктом связи через центральную земную станцию.

При простейшей конструкции, исходящая информация (из ЦЗС на VSATы) отправляется на транспондер спутника, который принимает ее, усиливает и передает обратно на землю для приема отдаленной станцией VSAT. Удаленная станция VSAT посылает информацию (от станций в ЦЗС) посредством того же самого транспондера спутника.

Этот механизм, в котором все сетевые коммуникации проходят через процессор ЦЗС, называется "звезда", с ЦЗС в центре этой звезды. Одно из самых главных преимуществ этого механизма состоит в том, что фактически не существует предела количеству станций VSAT, которые могут быть присоединены к ЦЗС.



**Топология сетей**

Как было отмечено выше, топология "звезда" - это самый простой путь настроить спутниковую сеть. При этом, она имеет один спорный вопрос, который влияет на характеристики. Помните, что спутник на геостационарной орбите находится в 35 400 км от поверхности Земли. Это означает, что передача сообщений занимает определенное время. Из-за расстояния, передача 1 бита информации из одного места в другое (единичный "скачок") занимает примерно четверть секунды. Если передача происходит от одной станции VSAT на другую такую станцию, топология "звезда" требует два скачка, что приводит к задержке в полсекунды.

Эта задержка во времени практически не имеет значения при передачи данных между двумя компьютерами, например, чтобы обновить базы данных. Кроме того, топология "звезда" позволяет станциям VSAT использовать меньшие антенны и передатчики меньшей мощности, поскольку они функционируют благодаря одной большой антенне ЦЗС.

Однако, задержка топологии "звезда" может стать заметной при голосовой передаче. Поэтому топологию "звезда" лучше использовать, когда передача сообщений происходит между центральной системой и отдаленными станциями в один скачок или когда передача от одной станции VSAT к другой не требует мгновенного ответа.

Топология сети "mesh" обеспечивает возможность VSAT общаться напрямую с другими станциями VSAT, сводя к минимуму задержку при групповых передачах. Это означает, например, что телефонный разговор между людьми, говорящими по телефонам, соединенным сетью VSAT, имеют единичный скачок, незаметный для большинства людей. Mesh IP поддерживает передачу данных в один скачок для компьютерных приложений, таких как программное обеспечение клиент/сервер, которое требует моментальное двустороннее соединение между компьютерами в отдаленных точках.

Мульти-звездные топологии обеспечивают сочетание топологии "звезда" и топологии mesh, в которых ЦЗС отправляет информацию на станции VSAT, а VSAT имеют возможность прямой передачи по сети. Это дает возможность, например, с помощью VoIP телефона на одной станции VSAT общаться напрямую с доступной сетью телефонии через вторую станцию VSAT. В другом примере, корпоративный сервер международной компании может отправлять обновления баз данных с ЦЗС в государственные центральные управления через одну станцию VSAT, которая затем может передавать информацию в региональные представительства.

Из-за разницы в цене и характеристиках, необходим анализ рентабельности, чтобы понять, какая топология применима для каждого случая, чтобы создать подходящую топологию сети для ваших нужд.

**Интерактивные сети VSAT. Обзор рынка оборудования.**

**Особенности интерактивных VSAT-сетей**В связи с введенной классификацией целесообразно более четко определить особенности интерактивных сетей (в сравнении с полнофункциональными) с точки зрения их функциональных и эксплуатационных параметров. Внутри этой общей сети могут быть организованы выделенные подсети, но в любом случае с использованием единого центра.

**Топология** Общей отличительной особенностью интерактивных сетей является топология "звезда": в центре сети располагается единая мощная центральная станция (ЦС), обеспечивающая работу нескольких тысяч (или десятков тысяч) интерактивных VSAT-станций и сопряженная с наземными магистральными линиями связи, обеспечивающими выход во внешние наземные сети.

**Метод организации многостанционного доступа**

**Прямой канал**
Для организации многостанционного доступа в прямом канале (от ЦС к VSAT) используется метод временного мультиплексирования (TDM). Единый IP-поток обычно формируется в соответствии со спецификациями стандарта DVB-S и транслируется через спутник связи всем абонентским станциям сети, расположенным в рабочей зоне. При этом каждый пользовательский VSAT-терминал принимает из общего потока только те IP-пакеты, которые адресованы именно этому пользователю. При предоставлении ряда услуг (например, при распределении ТВ-сигналов) пакеты могут адресоваться всем пользователям сети.

**Обратный канал** В обратном канале (от VSAT к ЦС) формируются отдельные относительно низкоскоростные потоки TDMA. При этом для повышения пропускной способности сети, а соответственно и для достижения ее максимальной экономической эффективности, используется так называемая многочастотная технология TDMA (MF-TDMA), предусматривающая скачкообразные изменения частоты при перегрузке одного из обратных каналов в соответствии со стратегией принятой на ЦУС. Такой метод организации канала наилучшим образом отвечает специфике передачи данных, относительно короткими посылками, имеющими случайный характер и нечувствительных к задержкам. При необходимости предоставления услуг приложений, не допускающих изменения частоты и требующих минимальных задержек, например, IP-телефонии или видеоконференц-связи, эффективность данной технологии и сети в целом падает. Для парирования этих факторов предусмотрены специальные режимы, которые предусматривают автоматический переход в режим закрепленного канала при определении признака IP-телефонии или превышении, установленного допустимого числа коллизий в режиме с произвольным доступом при передаче данных.

Максимальная экономическая эффективность интерактивных сетей VSAT достигается при подавляющем преобладании трафика данных, передаваемых из центра к абонентам -- подобная картина характерна для услуг доступа в Интернет. Впрочем, это не означает, что на базе интерактивных VSAT-сетей невозможно организовать предоставление услуг IP-телефонии или видеоконференц-связи. Просто для этого необходимо задействовать дополнительные ресурсы сети путем выделения специально ориентированных обратных каналов (при необходимости сохранения общей емкости сети для предоставления услуг доступа в Интернет основной массе абонентов) и предусмотреть дополнительные затраты на оснащение интерактивной VSAT-станции специальными устройствами (например, шлюз для IP-телефонии) и т.п. Однако попытка использовать интерактивную сеть для массового предоставления услуг, например, видеоконференц-связи сведет к нулю все преимущества используемой технологии многостанционного доступа, поскольку в этом случае все обратные каналы задействованы в закрепленном режиме и, следовательно, исключается возможность использования вероятностных свойств посылок и, соответственно, динамического переназначения сетевых ресурсов. В этом случае для поддержки приемлемого качества услуг оператору придется существенно сократить число потенциальных пользователей сети.

**Конкуренция технологий**

Следует особо отметить, что в классе интерактивных VSAT-сетей имеет место серьезная технологическая конкуренция и уже наметилось разделение таких сетей по способу организации обратных каналов. Так, несколько лет назад ряд компаний вышли с инициативой внедрения единого открытого стандарта DVB-RCS (EN 301 790), но пока попытки прийти к единому решению не увенчались успехом, и, по-видимому, в ближайшие годы это едва ли произойдет. Так как практических достоинств нет, а технологии развиваются такими быстрыми темпами , что стандартизация просто не успевает за этим процессом.

**Классификация VSAT-сетей**На протяжении последних 7 лет в области VSAT-технологий формировалось самостоятельное технологическое направление, в результате развития которого появился отдельный класс технических решений, ориентированных в первую очередь на предоставление услуг передачи данных и доступа в Интернет. Для этого класса справедливо общее название интерактивные VSAT-сети -- в отличие от не менее важного класса полнофункциональных VSAT-сетей, специально не ориентированных на предоставление каких-либо определенных видов услуг.

Необходимо отметить, что существуют и специализированные VSAT-сети (например, для предоставления услуг сельской телефонии или для организации технологической связи в системах типа SCADA и др.), доля которых на рынке не столь существенна и экономическая эффективность их использования требует специального анализа в каждом конкретном случае.

Примерное долевое соотношение числа VSAT-станций, работающих в составе сетей указанных классов (рис. 1), однозначно показывает, что интерактивные VSAT-сети развиваются чрезвычайно высокими темпами.



Рисунок 1. Соотношение количества VSAT-станций, работающих в составе основных классов сетей VSAT (2003 г.)

**Интерактивные VSAT-станции: основные характеристики** При этом использование современных спутников связи с высокими энергетическими параметрами и работа в сети с топологией "звезда" и с единой мощной центральной станцией позволяет использовать интерактивные VSAT-терминалы с малой антенной, диаметр который в большинстве случаев не превышает 1,2 м, а мощность передатчика составляет не более 1 Вт (максимум 2 Вт). Тем не менее, при невысоких энергетических характеристиках интерактивные VSAT-терминалы обеспечивают скорость в обратном канале до 512 кбит/с, а в некоторых случаях и более (скорость обратного канала наращивается, как правило, дискретно). Таким образом, пользователи, подключенные к такой станции, получают доступ в Интернет со скоростью в несколько сотен килобит в секунду. Такие скорости принципиально -- по технико-экономическим соображениям -- недостижимы для индивидуальных абонентов или малых компаний при использовании любой другой технологии.

В табл. 1 представлены наиболее распространенные на сегодняшний день технологии интерактивных VSAT-сетей и краткий перечень основных параметров VSAT-станций. Среди указанных технологий выделяется технология ArcLight, принципиальное отличие которой заключается в том, что обратные каналы организуются в той же полосе частот, которую занимает прямой канал. Разделение каналов осуществляется путем использования свойств шумоподобных сигналов с кодовой модуляцией. Следует отметить, что пока эта технология не имеет практического применения, но интересна в своей технической идеей.

Еще одна технология -- Web-Sat -- также не укладывается в общую для интерактивных сетей VSAT схему: Например, она не использует метод скачкообразного изменения частоты и рассчитана на организацию относительно небольших сетей, стоимость которых минимальна. Так, оборудование интерактивной станции Web-Sat, размещаемое в помещении пользователя (IDO), встраивается непосредственно в системный блок компьютера. На основе этой технологии работает сеть в Ирландии, которая объединяет примерно 150 станций, установленных в школах.

Отметим, что типичные технологические решения позволяют обслуживать до десятков тысяч пользователей, а потенциальная возможность наращивания емкости центральной станции ничем не ограничена.

**Интерактивные VSAT-сети в России**К концу 2003 г. в России были развернуты и уже начали функционировать центральные станции сетей VSAT, поддерживающие технологии, SkyStar 360E, LinkStar, DirecWay и DialAwayIP (это одна из специализированных VSAT-технологий, разработанная компанией Gilat и ориентированная в первую очередь на предоставление услуг IP-телефонии, но поддерживающая также возможность организации доступа в Интернет). В 2005г этот перечень расширился, но еще не все операторы преодолели баръеры разрешительных процедур на эксплуатацию своих центральных станций.

**Потенциальные пользователи**Стоимость интерактивной VSAT-станции у производителя в настоящее время составляет примерно 2000--2300 дол., но существует тенденция к ее сокращению. По прогнозу (2003г.) компании Alcatel , уже в 2005 г. стоимость станций может снизиться на 30--40%, что, несомненно, расширит круг потенциальных пользователей.
Если в недалеком прошлом в качестве потенциальных пользователей VSAT-сетей рассматривали прежде всего крупных и средних корпоративных заказчиков, то с развитием интерактивных VSAT-технологий пользователями могут стать не только малые компании и предприятия, но и физические лица. Появляются новые тенденции интерграции технологии VSAT с другими средствами связи и вещания , в частности интеграция с технологией Wi-Fi, что также расширяет потенциальный рынор VSAT.

Таким образом, можно предположить, что при благоприятном решении проблемы административного регулирования процесса получения разрешений на эксплуатацию VSAT-станций количество интерактивных VSAT-терминалов в нашей стране будет быстро расти. Пока же этот процесс только начинается. По данным на конец 2003 г. в России установлено не более 100 таких станций, за 2005г. таких станций установлено уже не менее 500.

**Скорость передачи данных при работе через отечественные спутники**
Анализ табл. 1 показывает, что в направлении абонента могут формироваться потоки со скоростью до нескольких десятков мегабит в секунду, а скорость передачи трафика от абонента не превышает нескольких мегабит в секунду. Энергетические характеристики станции и спутника связи зачастую устанавливают ограничение именно на скорость передачи от абонента в сторону ЦС.

При этом общая пропускная способность канала распределяется между интерактивными станциями, и практически ни один пользователь, подключенный к VSAT-терминалу, не может достичь предельной скорости обратного канала (она достижима только в том случае, если обратный канал полностью закреплен за одной станцией и скачки по частоте не допускаются). При низкой нагрузке, когда в сети немного активных пользователей, каждый из них в режиме случайного доступа может получить полную пропускную способность, но по мере увеличения числа пользователей частота возникновения таких событий и продолжительность подобных "полноскоростных" сеансов связи будет уменьшаться. Как правило, для пользователей с высокими требованиями в системе предусматривается возможность предоставления гарантированной скорости в обратном канале, но в этом случае и абонентская плата будет выше.

С точки зрения максимизации емкости сети выгодно иметь большое количество обратных каналов с максимальной пропускной способностью, которую обеспечивает энергетика абонентской радиолинии "вверх" (к ЦС). Следовательно, представляет интерес оценка потенциально достижимых скоростей в обратном канале при работе через новые отечественные спутники -- "Ямал-200" и "Экспресс-АМ". Для упрощения оценки примем в качестве исходных данных типовые параметры оборудования спутниковой сети, близкие к реальным значениям в Ku-диапазоне (табл. 2).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Спутник  |
| ЭИИМ насыщения, дБВт  | 45-49  |
| Уровень плотности потока на входе, дБВт/м 2  | -87...-84  |
| OBO (Output Back Off), дБ  | 4-6  |
| IBO (Input Back Off), дБ  | 8-12  |
| G/T, дБ/K  | 3-4  |
| Центральная станция  |
| Диаметр антенны, м  | 5--9  |
| Мощность передатчика, Вт  | 30-40  |
| МШУ, K  | 100-120  |
| Интерактивная VSAT-станция  |
| Диаметр антенны, м | 0,9-2,4  |
| Мощность передатчика, Вт  | До 2  |
| МШУ, K  | 120  |

Таблица  2. Принятые исходные параметры для оценки скорости передачи интерактивной VSAT |

 |

 |
|

 |

 |

 |

 |

Значение Eb/No следует принять с некоторым системным запасом относительно значений, объявляемых производителями оборудования, а с учетом влияния погодных условий для климатических зон России запас должен составлять примерно 3--4 дБ для VSAT-станции. Предполагается, что вероятность одновременного выпадения дождя в зоне центральной станции и VSAT-терминала пренебрежимо мала. Результаты численной оценки потенциальной скорости в обратном канале представлены на рис. 2. В прямом канале скорость передачи данных может достичь нескольких десятков мегабит в секунду даже при диаметре антенны 0,9 м (использование в России нормативно не предусмотрено при работе в сетях “Экспресс”).

Таким образом, при организации спутниковых сетей на базе новых отечественных спутников связи использование современных технологий интерактивного спутникового доступа в Интернет становится технически и экономически оправдано. В этом случае практически на всей территории России можно использовать интерактивные VSAT-станции с антеннами диаметром 1,2 м и передатчиком мощностью не более 2 Вт для обеспечения скорости до 384 ..512 кбит/с-- в обратном канале, что вполне достаточно для предоставления практически всех современных услуг связи. В сети “СТЭК.КОМ” скорость в обратном канале может достигать 360-480кбит/с в настоящее время, а с 2006г. увеличится при использовании нового оборудования SkyEdge.

 

Рисунок 2. Примерная зависимость скорости передачи в обратном канале от диаметра антенны интерактивной VSAT's

|  |
| --- |
|   |
| **Компания** | **Название технологии (станции)** | **Способ многостанционного доступа** | **Скорость передачи информации, Мбит/c** | **Количество и тип пользовательских портов** | **Максимальное число станций в составе типовой сети** |
| Прямой канал | Обратный канал | Прямой канал | Обратный канал (макс. значение) |
| **Gilat Satellite Networks** | SkyBlaster | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | 2--52,5 | 0,154 | 1 порт Ethernet | Практически не ограничено |
| **Gilat Satellite Networks** | SkyStar360E | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | 2--52,5 | 0,512 | 4 порта Ethernet(с адапретором предоставляется IP -телефония) | Практически не ограничено |
| **Gilat Satellite Networks** | SkyStar Advanage | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 24 | 0,154 | 1 порт Ethernet2 порта FXS1 порт BNC видео | До 34 000 |
| **Gilat Satellite Networks** | Sky Edge (объединяет несколько технологий) | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 66 | До 2 | 4 порта Ethernet | неограничено |
| **EMS Technologies** | Series 3000; Series 2000 | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | 8--45 | 8 | 1 порт Ethernet | До 15 000 |
| **HUGHES Network Systems**  | DW4000 | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 48 | 0,256 | 2 порта Ethernet1 порт RS-232 | Практически не ограничено |
| **HUGHES Network Systems** | DW4020 | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 48 | 0,256 | 4 порта Ethernet1 порт RS-232 | Практически не ограничено |
| **HUGHES Network Systems** | DW6000 DW6040 | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 48 | 0,256 | 4 порта Ethernet1 порт RS-232 с блоком DW6040 предоставляется IP -телефония | Практически не ограничено |
| **HUGHES Network Systems** | DW7000 | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 48 | до 1 | 4 порта Ethernet1 порт RS-232 с блоком DW6040 предоставляется IP -телефония | Практически не ограничено |
| **HUGHES Network Systems** | DW7700 | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 48 | до 1,56 | 4 порта Ethernet1 порт RS-232 с блоком DW6040 предоставляется IP -телефония | Практически не ограничено |
| **NDSatcom** | SkyARCS | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | 1--45 | 2 | 1 порт Ethernet | н.д. |
| **Nera Telecommunications** | SatLink | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 90 | До 6 | 1 порт Ethernet1 порт RS-232  | Практически не ограничено |
| **NEC** | Nextar-V | TDM | TDMA | До 2 | 0,064 | 4 порта (Ethernet/Token Ring) | До 3 000 |
| **PentaMedia** | OpenRCS | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 45 | 2 | н.д. | До 20 000 |
| **Shiron** | InterSky | TDM | н.д. | 1,4--72 | 0,384 | 1 порт Ethernet | Наращивается дискретно по 1000 |
| **STM Wireless** | SpaceWeb | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 48 | 0,193 | 1 порт Ethernet(опция до 3) | 8000 с возможностью наращивания |
| **ViaSat** | ArcLight | TDM | CRMA | 2--45 | 0,512 | 1 порт Ethernet | До 32 000 |
| **ViaSat** | LinkStar | TDM | MF-TDMA со скачками частоты | До 60 | 1,25 | 1 порт Ethernet | До 10 000 с наращиванием до 100 000 |
| **Web-Sat** | Web-Sat | TDM | TDMA | До 4 | 0,064 | Карта PCI | 70 каналов |
| **Web-Sat** | Web-Sat | TDM | TDMA | До 4 | 0,256 | Router BOX | Практически не ограничено |
| **Примечания:**1. Выделены цветом технологии, соответствующие стандарту EN 301 790 (DVB-RCS).2. Для предоставления услуг IP-телефонии интерактивные станции дополняются внешним шлюзом. |

**Платформа спутникового доступа iDirect.**

|  |  |
| --- | --- |
| Технология iDirect | При разработке оборудования iDirect учитывались современные требования к работе корпоративных сетей связи и использовались результаты многолетних научных исследований и разработок в области технологии доступа TDMA (множественного доступа с временным разделением каналов), спутниковой связи и программного обеспечения. Оборудование iDirect представляет собой уникальное сочетание гибкости в принятии решений, надежности в работе и экономической эффективности. |

Особенности технологии iDirect

**iDirect** является двунаправленным широкополосным решением, использующим схему доступа TDMA в прямом канале и MF-D-TDMA в обратных каналах связи.

Технология, по своей сути, очень близка к Ethernet среде - при добавлении большого количества пользователей, в сети начинают происходить коллизии, при которых несколько пользователей запрашивают полосу в одно и то же время. На практике, такие коллизии прозрачны при использовании WWW, E-mail, FTP и подобных им приложений доставки информации, однако для задач VoIP и потокового вещания требуется иной подход к передаче информации и "соревнования" за пропускную способность.

Система iDirect предлагает пользователю комбинированное решение - технология D-TDMA и резервирование полосы (CIR) для передачи мультимедийных потоков. Технология D-TDMA, предоставляя выделенный тайм-слот каждому клиенту, позволяет удаленным терминалам iDirect не "соревноваться" за доступную пропускную полосу, а всегда получать её, когда этого требует приложение.

Удаленный терминал iDirect получает выделенный тайм-слот каждую 1/8 секунды - это позволяет расположить данные во фрейме, избегая влияния джиттера и, обеспечивая гарантированное качество непрерывного потока в реальном времени:



Ещё одно из отличий iDirect от других TDMA-систем заключается в использовании 125ms фрейма (против 250ms в альтернативных решениях). Это позволяет достичь минимального времени реакции и обеспечить передачу VoIP/Video гарантированного качества.

При разработке оборудования использовались результаты многолетних научных исследований и разработок в области технологии доступа TDMA, спутниковой связи и программного обеспечения. В результате оборудование iDirect представляет собой уникальное сочетание гибкости, надежности в работе и экономической эффективности. По сравнению с тем, что предлагают провайдеры традиционных спутниковых или наземных сетей связи, сеть iDirect обладает целым рядом несомненных конкурентных преимуществ.

На основе одного модема-маршрутизатора платформа iDirect реализует большой диапазон комплексных решений и мультисервисных услуг, таких как:

          доступ Интернет\Интранет;

          гарантированная доставка пакетов информации;

          полная совместимость с технологиями IP/VPN, VLAN;

     централизованное удаленное управление клиентской частью сети (Обновление ПО, Конфигурирование сети);

          кодирование/декодирование видеоинформации, видеоконференцсвязь;

       организация IP-телефонии (с помощью голосового шлюза передачи речи, подключаемого к терминалу);

          поддержка VoIP сервисов и протоколов клиента с приоритетом трафика приложения в спутниковом канале;

          QoS уровня приложений;

          QoS сетевого уровня;

          лимит скорости передачи – выделение строго необходимой полосы пропускания для заданного типа трафика;

          CIR – согласованная скорость передачи (статическая и динамическая);

          поддержка транзакций протоколов ERP – бизнес приложений (Задержки в спутниковом канале связи в 1,5-2 раза ниже, чем у конкурентных платформ за счет применения алгоритма управления каналами MF-D-TDMA);

          Вероятность возникновения ошибки в прямом и обратном каналах связи Eb= 10-9;

          Автоматическая регулировка мощности передатчика. Общая среднегодовая годовая готовность спутниковых каналов связи системы iDirect 99,8%.

Используемая технологическая платформа iDirect – позволяет предложить три типа организации топологии сети связи: тип «звезда», «Полносвязная» (Каждый с каждым) топология Mesh и «Гибридная» (Звезда - Полносвязная) топология**.**

 Для передачи данных предлагается использовать терминалы системы iDirect следующих платформ:

          платформа iDirect 3100, варианты реализация топологий: «Звезда»;

          платформа iDirect 5300, варианты реализация топологий: «Звезда», «Полносвязная» топология;

         платформа iDirect 7300, варианты реализация топологий: «Звезда», «Полносвязная» топология. С возможностью модульной компоновки физических интерфейсов платформы.

Предлагаем рассмотреть два варианта организации мультисервисной сети связи на основе спутниковых технологий VSAT предлагаемых Оператором:

|  |  |
| --- | --- |
| Общая схема реализации мультисервисной сети с центральным офисомСхема 1. Общая схема реализации мультисервисной сети с центральным офисом (нажмите на схему для увеличения)  | Общая схема построения мультисервисной сети клиентаСхема 2. Общая схема построения мультисервисной сети клиента (нажмите на схему для увеличения)  |

**Схема 1** предполагает две, или более, точки включения в мультисервисную сеть Оператора, одна из которых находится в г. Москва, и включается в сеть по средству выделенного оптоволоконного канала связи через ММТС – 9/10.

**При использовании первой схемы организации каналов связи**, канал по направлению «Ваш офис – удаленная станция» и «удаленная станция – Ваш офис» организуется в **один спутниковый «скачок»**. Направление между ЦУС Оператора и Вашим офисом осуществляется по наземным каналам (Интернет, наземные кабельные линии связи).

Оператор имеет в Москве точку доступа на ММТС-9/10. Доступ к междугородной и международной телефонной связи осуществляется по каналам операторов IP-телефонии. Маршрутизация телефонных звонков по направлениям будет осуществляться на узле ПД и ТС ЦУС Оператора.

**Схема 2** предполагает две, или более, точки включения в мультисервисную сеть Оператора. Обе точки включения могут находиться удаленно друг от друга и не иметь полной интеграции в телекоммуникационные сети.

**При построении второй схемы организации каналов связи**, канал по направлению «Ваш офис – удаленная станция» и «удаленная станция – Ваш офис» осуществляется в **два спутниковых «скачка»**. Канал связи организуется между двумя станциями, расположенными в Вашем офисе и на удаленном объекте. При этом варианте организации связи необходимо приобретение станции для «Вашего офиса». Так же существует возможность реализации «Полносвязной» топологии сети в отличие от представленной топологии «Звезда» на оборудование iDirect 5300 и 7300.

Для обеспечения голосовой связи и передачи факсимильных сообщений, в данном коммерческом предложении, предполагается использовать голосовые шлюзы различной конфигурации, подключаемый к платформе iDirect через порт Ethernet и имеющий от 1 до 8 портов FXS. Данные голосовые шлюзы будут подключаться последовательно через управляемый Ethernet коммутатор к спутниковому модему-маршрутизатору. Данные голосовые шлюзы оснащены портами FXS для непосредственного подключения обычных телефонных аппаратов, что делает их эксплуатацию максимально простой и гибкой, т.к. не требуют специализированных настроек и оборудования. Наличие двух портов телефонии позволит каждому из удаленных объектов одновременно проводить конференцсвязь с руководством и при этом иметь выход в корпоративную технологическую телефонную сеть, т.е. связаться с любым из удаленных объектов.

**Система iDirect** обеспечивает высокую эффективность использования полосы частот благодаря ряду технологических новшеств, среди которых:

          **Турбокоды продукта Turbo Product Codes (TPC) для входных и выходных маршрутов.** Применение TPC-кодов уменьшает необходимость в повторной передаче, что способствует оптимальному использованию частотного ресурса спутника. Таким образом, при этом же уровне мощности оборудование iDirect превосходит оборудование конкурентов по мощности, пропускной способности и коэффициенту BER. Экономия мощности, в сравнении с RSV-системами, достигает 41% и позволяет уменьшить полную стоимость и размер антенны, что приводит к тому, что при тех же или более высоких характеристиках оборудование iDirect является более дешевым.

          **Истинная схема IP-радиотрансляции (IP-over-the-air)** - по спутниковому каналу передаются только IP-пакеты, что позволяет минимизировать долю заголовков в потоке данных. Для сравнения, в DVB-системах, используются дополнительные заголовки для формирования MPEG-кадров, что снижает общую производительность DVB-систем.

          **Автоматическая удаленная синхронизация Automatic Remote Synchronization:** функция автоматического управления обратным каналом, частотой и синхронизацией (Automatic Uplink, Frequency and Timing Control) обеспечивает наиболее плотную структуру кадров TDMA в отрасли. В большинстве случаев для iDirect защитная полоса между каналами (guard band) хотя бы в 4 раза меньше. Этим снижается требования к спутниковому сегменту связи и обеспечивается передача большего числа битов IP на один герц.

          **MF-TDMA** (скачкообразная перестройка частоты) позволяет системе наиболее эффективно использовать полосу частот для TDMA-доступа. Удаленной станции может предоставляться свободная полоса частот в любом обратном канале, где она имеется в достаточном количестве. Это обеспечивает значительную гибкость при проектировании сети с высокой эффективностью использования полосы частот спутника при обеспечении требуемых рабочих характеристик удаленных станций.

          **Детерминистический TDMA (D-TDMA),** обеспечивает использование спутникового сегмента с эффективностью до 98% независимо от степени загрузки сети. Для сравнения, наиболее компетентные конкурирующие решения на рынке обеспечивают эффективность до 60%.

          **Малый шаг изменения несущей.** Любая несущая в системе iDirect может изменяться с шагом 1 кбит/с. Это обеспечивает беспрецедентную экономию частотной полосы. Для сравнения, минимальный шаг, используемый в большинстве конкурирующих систем, составляет 128 кбит/с, что зачастую приводит к неоправданному расходованию полосы частот.

          **Минимальный порог скорости прямого канала** составляет 128 кбит/с. Это значительно меньше, чем предлагает DVB-система где данное значение равно 5 Мбит/с, следовательно, если необходимо обеспечить канал 1 Мбит/с, DVB-решение обязывает оплачивать дополнительную емкость канала 4 Мбит/с.

          **Интервал несущих 1.2 (Carrier Spacing).** Благодаря применению расширенных цифровых фильтров, технология iDirect позволяет снизить шаг несущих до коэффициента 1.2, в то время как общепризнанным стандартом в индустрии является коэффициент 1.4. Это решение обеспечивает дополнительный выигрыш в эффективности 14.5% по сравнению с конкурентами.

          **Автоматическое управление питанием обратного канала (Automatic Uplink Power Control).** Технология iDirect использует алгоритмы автоматической компенсации воздействия погодных условий (дождь, туман) - это решение позволяет добиться максимально эффективного использования спутникового сегмента.

iDirect в сравнении с DVB

          Это не просто совпадение, что British Telecom, армия США, SES Americom, и целый ряд операторов  выбрали iDirect как VSAT систему.

         Одна центральная станция iDirect (Hub) может обеспечить передачу до 182 Мбит/с через 20 различных транспондеров на 5 различных спутниках.

          Для сравнения, центральная станция DVB может обеспечить как максимум передачу 68 Мбит/с  только на одном транспондере на одном спутнике.

          Прямой канал iDirect может быть скоростью всего 128 кбит/с, в то время как в системах DVB эта скорость не может быть менее 2 Мбит/с.

         Обратный канал системы iDirect может передавать всплески сигнала скоростью до 4.2 Мбит/с, в то время как большинство систем стандарта DVB-RCS могут передавать всплески сигнала немногим более 2 Мбит/с.

          Как на больших, так и на малых скоростях iDirect обеспечивает больше гибкости, чем любые другие технологии сетей VSAT. iDirect имеет ряд значительных отличительных преимуществ по сравнению с  системами стандарта DVB-RCS.

Большая безопасность связи

На многих рынках реальные частные  сети от iDirect намного более предпочтительны, чем виртуальные частные сети, которые предлагает LinkStar. Клиенты на некоторых рынках, таких как топливная промышленность, ужасно мнительны. При использовании прямого канала DVB, такого как в LinkStar, всегда есть возможность, что сообразительный IT менеджер переведет свой ресивер в беспорядочный режим и начнет шпионить за конкурентами. Сделать это в сети iDirect намного сложнее, т.к. у каждого клиента личный диапазон частот и независимое оборудование. Потоки данных от разных пользователей могут быть физически изолированы на разных машинах внутри сети iDirect, в то время как в любой системе LinkStar они перемешаны. Требования к безопасности могут быть смягчены, если кодировать данные в спутниковых каналах. Но здесь возникает новая проблема с сетями LinkStar. LinkStar с кодированием не знаком, а значит придется потратить много денег и времени на установку дополнительного оборудования. Еще хуже то, что кодирование не совместимо с ускорением TCP в сетях LinkStar – чтобы работало кодирование обязательно нужно отключать ускорение TCP. Внешнее шифрующее ПО не позволяет TCP ускорителю «обманывать» IP заголовки. Без ускорения зашифрованные каналы LinkStar передают информацию очень медленно, на скорости не более 100 kbps. Для сравнения, сети iDirect смогли примирить конфликтующие запросы ускорения TCP и шифрования 3DES – теперь они могут работать одновременно. Только с сети iDirect конечный пользователь может найти как широкополосные  скорости, так и гарантированную безопасность.

Лучшая поддержка VoIP

После того как клиентам удается решить наиболее приоритетные  проблемы безопасности, они переключают свой фокус на решение проблем качества голосовых услуг. Наиболее эффективные системы для передачи Voice Over IP (VOIP) требуют пропускную способность обратного канала 16 кбит/с.

Используя сжатие заголовка VoIP, требования к полосе могут быть снижены до 10 кбит/с в обратном канале. Подавление пауз позволяет прямому каналу потреблять в среднем всего 4 кбит/с, но оно не работает в обратном канале. Не получается достаточно быстро занимать и освобождать спутниковую полосу по geosynchronous орбите, чтобы поддерживать непредсказуемые колебания в голосовом трафике, когда идет подавление пауз.

Конкурирующая система LinkStar распределяет обратный канал с шагом в 8 кбит/с. Это ограничение зря расходует 6 кбит/с на каждый VoIP вызов, когда только один вызов проходит через удаленный LinkStar. (VoIP вызов со сжатым заголовком требует 10 кбит/с. В этом случае система LinkStar выделяет 16 кбит/с, т.к. 8 кбит/с оказывается уже недостаточно.) Обычно, 6 кбит/с занимает очень незначительную часть в  сетях с полосой от 500 до 1000 кбит/с. Однако, многие удаленные станции поддерживают одиночные телефонные звонки в рабочее время. Данная проблема фрагментации вызывает потерю около трети полосы обратного канала именно в тот момент, когда она больше всего нужна.

Что ещё хуже, старые технологии вроде LinkStar копируют наземные проводные линии и технологию Frame Relay. LinkStar создает сеть из каналов с согласованной скоростью передачи информации (CIR). Внутри каждого канала LinkStar голосовые биты могут иметь приоритет над битами данных. Однако, установить этот приоритет на множество каналов нельзя. В рабочее время сеть LinkStar обычно «душит» все каналы до CIR, например до 16 кбит/с , и каждая станция самостоятельно решает, какой трафик посылать по своему каналу. Даже если станция устанавливает приоритет за голосовыми битами, станции LinkStar используют свою CIR в основном для передачи данных в рабочее время. Это происходит потому, что любой отдельный канал в среднем, за час рабочего времени, пропускает всего 20 минут голосового трафика.

Станции LinkStar, которым требуется больше одной голосовой линии, на несколько минут в рабочее время редко получают больше, чем установленные 16 кбит/с . LinkStar не может перехватить емкость из одного канала, чтобы удовлетворить голосовые нужды в другом канале той же сети. Когда два вызова проходят через станцию LinkStar в рабочее время, качество звонка падает , так как LinkStar пытается «пропихнуть» 20 кбит/с  IP трафика через полосу в 16 кбит/с . В случае если придется принимать ещё один звонок по тому же каналу, сбросятся все три звонка, т.к. LinkStar попытается, но безрезультатно, разделить 16 кбит/с  поровну на 3 потока по 10 кбит/с. Такие ограничения необходимы  в наземных сетях, где физическая емкость последней мили задает CIR любого канала. Тем не менее, подобные ограничения являются искусственной конструкцией в спутниковых сетях. В отличие от земных каналов, спутники могут объединять полосы всех каналов сети. iDirect использует это уникальное преимущество с спутниковых коммуникациях. Сотня удаленных станций, с CIR 16 кбит/с у каждой, на самом деле выглядят для iDirect как один канал в 1.6 Мбит/с. Из одного общего канала iDirect может выделять полосы, действуя на всю сеть. Полосу любой частной сети iDirect никогда не придется искусственно заключать в отдельные CIR каналы.

iDirect может использовать Группу QoS (Качество Услуг) для назначения емкости на всю сеть (вместо выделения по отдельным каналам). Группа QoS, как правило, обеспечивает дополнительную полосу для голосовых вызовов в течение перегруженных рабочих часов. Любая станция iDirect переполненная голосовым трафиком может заимствовать емкость с других станций, используя их полосы для передачи данных в то же время. Группа QoS , таким образом, позволяет iDirect использовать то же количество полос, как и LinkStar, для выполнения в три раза большего количества звонков в рабочее время. Другими словами, LinkStar с Группой QoS понадобится ширина обратного канала в три раза больше, чем iDirect, для выполнения одинакового количества телефонных звонков в рабочее время.

Даже если у системы LinkStar достаточная полоса для поддержания звонка, она может заставить пользователей ждать до 10 секунд, чтобы услышать гудок. Когда от удаленной станции LinkStar не идет трафик, ей не предоставляется полоса. Поэтому когда зафиксирован телефонный вызов, системе LinkStar требуется от 3 до 10 секунд, чтобы назначить необходимый обратный канал для удаленной станции, чтобы вызов был принят. Услуга Immeon, оказываемая ViaSat объявляет задержку в 10 секунд. Поэтому 10 секунд чаще являются более реалистичной оценкой, чем 3 секунды. Напротив, сеть iDirect может выделить полосу, необходимую для принятия телефонного звонка, всего за полсекунды. Разница между ожиданием гудка в течение полсекунды и 10 секунд может показаться бесконечной для клиентов, которые требуют наилучшего качества услуг.

Не виртуальные частные сети

Обладая уникальной ЦЗС-архитектурой iDirect, позволяет строить реальные частные сети, в то время как сети DVB-RCS VSAT, такие как LinkStar могут предложить только виртуальные сети. Разница тонкая, но очень важная..Ресурсы сети LinkStar является общим для большого числа клиентов. При использовании LinkStar общими являются прямой канал, модуляторы и демодуляторы на ЦЗС, и даже обратные каналы большее время используются несколькими пользователями. Напротив, оборудование ЦЗС iDirect достаточно недорого, чтобы провайдер мог установить каждому пользователю личное оборудование. Оборудование iDirect, используемое одной сетью, никогда не потребуется задействовать для другой. IDirect задействует собственные каналы и собственную ЦЗС, предназначенные для каждого конечного пользователя. (Единственным исключением является ВЧ-часть, которая делится между многими провайдерами, а не только между множеством конечных пользователей.) Существенным преимуществом частной сети iDirect является выделенный частотный ресурс. Объем спутникового сегмента, выделенный для каждой ТЗС, может быть увеличен или уменьшен как угодно без ущерба другим ТЗС. Каждая ТЗС может занять столько ресурса, сколько запросит. Назначение полосы может быть точно отрегулировано с тем, чтобы она точно соответствовала необходимому распределению трафика. Фактор превышения ресурса может быть независимо отрегулирован для соответствия установленным настройкам каждой сети. Без всякого совместного использования ресурса iDirect дает каждому пользователю то, за что он платит, каждый пользователь платит только за то, что он получает. IT менеджер с выделенным частотным ресурсом и выделенным оборудованием может экспериментировать на собственной сети без всякого ущерба для других сетей. Эта свобода эксперимента ускоряет установку нового программного обеспечения на спутниковой сети. Иногда приложения, работающие на наземных каналах, необходимо запускать по спутниковым. Но даже с учетом ускорения TCP, большинство приложений требует доработки с тем, чтобы компенсировать задержки и низкие скорости спутниковых каналов. Внедрение неотработанного программного обеспечения в сеть, работающую на спутниковых каналах чревато сбоем сети. Если такой сбой происходит на сети iDirect, последствия сбоя скажутся только на одной сети, так как сети не предусматривают, используют совместного использования ресурсов. Если же такой сбой происходит на сетях LinkStar, страдают все клиенты, так как оборудование ЦЗС и спутниковый ресурс физически разделяется между клиентами.

Низкая стоимость системы

iDirect дает возможность сетевым операторам начать предоставление услуг с минимальными первоначальными финансовыми инвестициями. Стоимость продажи стандартной центральной станции  iDirect, включая работы по установке и обучению специалистов, составляет $450,000.

Сравнимая по функциональности система  LinkStar стоит в два раза дороже. Клиенты, которые наиболее чувствительны к первоначальным затратам могут сэкономить на первом этапе еще значительнее начав предоставление услуг и получения дохода с  Private Hub от iDirect за всего $150,000. Для сравнения,  наименьшая конфигурация земной станции системы LinkStar от ViaSat стоит более чем в 2 раза больше.  Обе центральные станции от iDirect и  LinkStar могут быть бесшовно расширены до их полноценных версий.  Однако, по-прежнему, при любых масштабах  iDirect предлагает менее дорогую инфраструктуру по сравнению с  LinkStar.  Но не только не дороговизна центральной станции, а также и малые риски по сравнению с  LinkStar сопряжены с развертыванием системы у оператора. ЦЗС iDirect имеет уникальную технологию организации прямого TDM канала.  По сравнению с большинством других систем прямой канал системы iDirect может занимать полосу всего  0.2 MHz.  Для сравнения,  прямой канал системы LinkStar организован по стандарту DVB. Несущая стандарта DVB не может работать на скорости менее 2 Msps, что приводит к необходимости в большинстве случаев задействовать сразу не менее  3 MHz спутникового ресурса. Низкая минимальная полоса системы  iDirect  0.2 MHz  значит то, что оператор может наращивать полосу по мере подключения новых земных терминальных станций. Используя систему  DVB, оператор сети LinkStar должен арендовать сразу не менее 3 МГц частотного ресурса для прямого канала и еще 1 МГц для обратного канала. Имея высокий входной барьер, большинство операторов сетей  DVB-RCS должны иметь возможность активно подключать к сети новых пользователей, чтобы избежать длительных убытков, связанных с арендой большой полосы частот.

Низкие операционные расходы

Сеть на технологии iDirect не только более привлекательна на этапе развертывания, но и на этапе эксплуатации требует меньших расходов, чем сеть на технологии DVB.

Содержание прямого канала обычно влечет значительные эксплуатационные расходы для спутникового оператора потому, что на каждый байт трафика обратного канала приходится от 5 до 10 байт трафика прямого канала в обычных приложениях вроде доступа в Интернет.

В прямом канале сети iDirect на 50% - 100% эффективнее используют полосу пропускания, чем сети, основанные на технологии DVB.

iDirect сеть использует в прямом канале Turbo Codes, в то время как DVB сеть, например, LinkStar, может предложить только схему кодирования Reed-Solomon Viterbi.

Более того, iDirect работает на собственном канальном уровне, который минимизирует превышение IP трафика, а  LinkStar и другие DVB системы недостаточно используют MPE (максимально допустимое воздействие) для заключения IP пакетов внутри видео фреймов.

В широкополосных приложениях, где емкость спутникового транспондера определят самый большой периодический платеж, эффективность полос пропускания сети iDirect экономит значительное количество денег по сравнению с DVB системами, такими, как LinkStar.

Сетевой оператор с помощью системы iDirect может рационально распределить своих клиентов по множеству разных транспондеров на различных спутниках, которые в свою очередь принадлежат множеству спутниковых операторов. Подобная практика гарантирует, что сетевой оператор никогда не будет слишком зависим от какого-то одного источника полосы транспондера. Собственно говоря, всего лишь ограничение возможности дешево мигрировать со спутника на спутник помогает сдерживать цены на спутниковые каналы.

Оставаясь честными со спутниковыми операторами, iDirect добивается существенного снижения операционных расходов задействуя ранее недоступные полосы пропускания. На многих спутниках телетрансляционные компании  занимают большие полосы пропускания. Маленькие фрагменты размером от 0.25 Мгц до 2.5 Мгц часто остаются неиспользованными из-за того, что большие диапазоны частот, не могут быть расположены непосредственно рядом друг с другом. Наличие таких «потерянных» участков полосы приводит к снижению эффективности работы спутниковых операторов. Клиентам, работающим с DVB оборудованием (как для данных, так и для видео) необходимо как минимум 3 Мгц смежных полос, чтобы организовать минимально возможную передачу.

Сеть iDirect задействует такой маленький диапазон частот, как 0.2 Мгц, используя линейную карту. ЦЗС iDirect, таким образом, может полноценно использовать «потерянные» фрагменты полосы за центы, по отношению к долларам, которые тратятся на смежные полосы, необходимые  LinkStar.

Низкозатратное расширение сети

Система  iDirect позволяет строить TDM/TDMA VSAT сети по топологии «звезда». Прямой канал организуется модуляторами, которые индивидуально настраиваются на скорости от 128 кбит/с до 9.1 Мбит/с. Стандартные шасси ЦЗС iDirect вмещают в себя до 20 модуляторов.

Таким образом, 1 ЦЗС iDirect обеспечивает скорость прямого канала от 128 кбит/с  до 182 Мбит/с. Шасси ЦЗС поделены на 5 секторов.  Каждый сектор имеет независимый выход промежуточной  частоты (IF) в L-диапазоне. Таким образом, несущие частоты системы iDirect могут располагаться в 20 различных транспондерах на 5 различных спутниках.

С ростом бизнеса оператора сети, ЦЗС iDirect позволяет операторам добавлять полосу пропускания гораздо проще, чем при использовании HUB системы DVB-RCS. Расширение прямого канала системы DVB  требует покупки полосы в соседней с занимаемой полосой частот. Зачастую, соседние полосы частот оказываются недоступны. Спутниковые операторы пытаются продать всю имеющуюся свободную полосу и обычно они не имеют мотивов оставлять свободные полосы рядом с DVB несущими в надежде, что операторы будут динамично развиваться.

При использовании системы iDirect нет необходимости использовать для развития сети соседние к существующим несущим полос частот. В сети на базе системы iDirect возможно экономически оптимально прибавлять полосу из любых диапазонов, где она найдется. Приобретая примерно за $33.000 дополнительный TDM/TDMA модем в ЦЗС iDirect, оператор сети может прибавить к сети пропускной способности за счет полосы в другой части транспондера, другого транспондера или другого спутника, если понадобится. Это стоит не более $30.000, чтобы модернизировать работу ЦЗС iDirect из Ku-диапазона в С-диапазон для организации межматериковых линий или в Ka-диапазон будущего спутника.

Резкий контраст с этим имеют системы на базе DVB. Полоса из других диапазонов частот может быть добавлена в сеть порциями не менее 3 MHz при этом затраты на дооборудование ЦЗС составят не менее $250,000. VSAT системы, построенные на прямом канале по протоколу DVB, не могут расширить географического покрытия без значительных финансовых затрат. Только система iDirect позволяет элегантно расширить сеть на новые географические регионы. Для клиентов, чьи офисы распределены по большой территории iDirect предлагает экономичное решение по расширению зоны покрытия для нескольких дополнительных точек.

# Двусторонний или симметричный (синхронный) спутниковый интернет

В отличии от [асинхронного спутникового интернета](http://www.sit-com.ru/sat/howworks.html), где прием информации осуществляется через спутниковый канал, а отправка через наземное соединение - **симметричный спутниковый интернет** позволяет передавать данные в обоих направлениях через спутник.

Это делает его независимым от наземных инфраструктур связи и обеспечивает более высокую стабильность и надежность работы интернет канала. Стоит он дороже одностороннего интернета, но качество услуг себя оправдывает.

При работе симметричного спутникового интернета используется VSAT оборудование, позволяющее организовать прямой и обратный каналы связи. В прямом канале данные передаются инкапсулированными в DVB-S2 поток на высоких скоростях (зависиит от энергетических характеристик транспондера и емкости которую на нем выкупил провайдер, поэтому не стоит верить обещаниям, что скорость приема информации будет 10Мбит/c - как правило это не более 4Мбит/c). Данные транслируются через спутник на все абонентские станции поподающие в зону покрытия спутника.

При формировании обратного канала связи используется технология доступа TDMA, позволяющая формировать для каждого абонентского терминала временные интервалы для передачи информации в режиме многократного доступа.

## Что такое VSAT?

Это небольшая наземная станция спутниковой связи (терминал с антенной диаметром 1.2 - 1.8 м и приемо-передатчиком), способная автономно обеспечить все блага цивилизации

* скоростной доступ в Интернет и телефонную связь
* видеоконференцсвязь и удаленное видеонаблюдение
* отправку больших объемов информации
* передача данных в корпоративных сетях
* дистанционное обучение и телемедицина
* резервирование наземных каналов связи

И самое главное, что все это доступно на огромной территории покрываемой спутником-ретранслятором.

Схема работы спутниковой сети



## Особенности технологии VSAT

Спутниковые станции класса VSAT работают в составе сети спутникового оператора связи. При этом весь частотный ресурс оператора динамически распределяется между всеми абонентами используя алгоритм TDM/TDMA (Time Division Multiple Access - множественный доступ с разделением по времени). VSAT сеть с чаще всего организуется по типу типа "звезда", где в центре находится ЦУС (центральная управляющая станция) оператора, а к ней через геостационарный спутник подключаются абонентские терминалы. Современное оборудование Hughes Network Systems (технология HX) позволяет в рамках общей сети оператора создавать свои подсети минуя ЦУС, т.е. становятся возможным соединения типа "точка-точка" или даже "звезда-звезда". Такая топология позволяе передавать данные между абонентскими спутниковыми станциями не в два скачака через спутник, а в один, минуя ЦУС.

Станции VSAT могут комплектуются различным типом опорно-поворотных сутройств для их установки на различных объектах. Так существуют модификации для установки антенны на вертикальных стенах, для плоских крыш и для коньковых крыш. Кроме того, существует VSAT в мобильном исполнении (комплекс iNetVu). Такие передвижные станции используются для монтажа на крыше автомобиля или микроавтобуса. Комплекс iNetVu оборудован системой самонаведения на спутник на запаркованном автомобиле. Т.е. вам достаточно нажатия одной кнопки для того чтобы антенна сама сориентировалась в пространсве и точно навелась на спутник.

Скорость приёма данных для современных VSAT обычно составляет около 2 Мбит/с, а на передачу до 512 кбит/с. Такой скорости обычно хватает для офиса из ~50 человек или для локальной сети из 15-20 коттеджей. При необходимости возможно подключение дополнительной спутниковой антенны для увеличения пропускной способности канала. Для оптимизации работы системы из нескольких антенн устанавливается балансировщик каналов связи. Таким образом система может многократно масштабироваться и применяться для целых посёлков или безнес-центров. Для учёта трафика между несколькими абонентами, находящимися за одной спутниковой станцией, устанавливается сервер с билинговой системой.