

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Bundle Link – новая технология агрегации потоков



А. Гительман
Директор MEGABRIDGE Ltd.



Н.Л. Сторожук
Заместитель генерального
директора ООО «БТС», к.т.н.

Постоянно растущая потребность рынка в широкополосных сервисах и трудности, сопряженные с созданием оптоволоконных инфраструктур на «последней миле», дали толчок для разработок технологий агрегации, которые используют существующие DSL и PDH инфраструктуры для построения канала передачи информации с большей пропускной способностью. Такие технологии создают соединение в инфраструктурах сетей доступа, способное осуществлять транспортировку широкополосного трафика путем объединения (агрегации) нескольких отдельных линий связи в единый виртуальный канал, аккумулирующий пропускные способности каждой из них. Развитие технологий агрегации DSL, с одной стороны, и значительное увеличение скоростей передачи DSL модемов, с другой, в настоящее время делают возможным использование решений, основанных на агрегации DSL уже на «первой миле», устраняя необходимость в прокладке оптоволоконных. Вместе с тем в последние годы некоторые производители микросхем анонсировали однокристалльные решения, позволяющие организовать передачу изернет сервисов по агрегированным PDH каналам, обеспечивая возможность передачи широкополосного трафика на значительные расстояния по территориально-распределенным инфраструктурам PDH сетей без значительных капиталовложений. Агрегация каналов призвана заполнить технологический пробел на рынке передачи широкополосных сервисов, предлагая каналы передачи и ретрансляции данных с низкой себестоимостью в тех местах, где использование опто-

волоконных или радиорелейных решений не является экономически оправданным.

Данный обзор делает краткий сравнительный анализ имеющихся в наличии технологий агрегации и описывает преимущества аппликативных оптимизаций технологии Bundle Link и решений компании MEGABRIDGE, обеспечивающих одновременную передачу голоса операторского класса совместно с широкополосными сервисами видео и данных как по агрегированным инфраструктурам DSL и PDH соединений, так и по инфраструктурам опорных сетей с пакетной коммутацией данных.

На сегодняшний день существует лишь небольшое количество общеизвестных технологий агрегации и традиционных подходов, обеспечивающих объединение линий связи на уровне канального протокола передачи данных, и сравнительно недавно разработанные технологии, реализующие объединение на физическом протокольном уровне. Объединение на уровне канального протокола данных в большинстве случаев не зависит от протокола физического уровня и может быть использовано для реализации объединения в различных транспортных средах (за исключением некоторых ограничений, накладываемых конкретным протоколом канального уровня).

Главными недостатками объединения на уровне канального протокола являются существенное количество передаваемой служебной информации и, как следствие, неэффективный коэффициент использования канала, произвольная задержка в передаче данных,

служащая причиной низкого качества услуг операторского класса, а также значительное время, требуемое на само объединение. Объединение же на уровне физического протокола, реализующее механизм агрегации для конкретной predetermined среды передачи данных, не имеет подобных недостатков и обеспечивает инвариантность по отношению к протоколам верхнего уровня.

Примерами технологий, реализующих объединение на канальном уровне, являются MLPPP и IMA:

- MLPPP определен в RFC 1990 и является расширением PPP, сочетающим стандартные возможности PPP с агрегацией множества одиночных соединений в единый логический канал. MLPPP объединяет соединения путем распределения входящих пакетов по всем сетевым соединениям за счет использования циклического алгоритма диспетчеризации и поддерживает необязательные процедуры фрагментации данных перед отправкой пакетов;

- IMA было предложено и полностью специфицировано ATM Форумом в стандарте AFPHY-0086.001 как решение для передачи высокоскоростного потока ATM ячеек через PDH каналы. Расширения и оптимизации данного стандарта применимы для агрегации DSL соединений и используются в ADSL2 стандарте для объединения двух и более модемных соединений в единый ADSL канал. IMA, подобно MLPPP, реализует механизм агрегации путем распределения входящих ячеек по всем соединениям, используя циклический алгоритм диспетчеризации.

Технологиями с механизмом объединения на физическом уровне являются M-pair G.SHDSL, EFMC, EoPDH и технология Bundle Link, предлагающая универсальный механизм объединения любых физических линий связи с постоянной скоростью битов:

- M-pair G.SHDSL определен в ITU стандарте G.991.2 и поддерживает объединение до четырех G.SHDSL линий на физическом уровне и обеспечивает одновременный транспорт данных и TDM потоков по агрегированному G.SHDSL каналу;

- EFMC был предложен как метод передачи изернет сервисов по медной инфраструктуре (витым парам) сетей абонентского доступа и определен в стандарте IEEE 802.3ah. EFMC использует физический протоколный уровень увеличенного радиуса действия, осно-

вывающийся на спецификациях G.SHDSL ITU G.991.2 и G.SHDSL.bis (расширенная версия кодирования сигнала) для установления соединения на каждой линии с альтернативным механизмом объединения канала. Данный механизм обеспечивает эффективную доставку изернет трафика, реализуя Изернет-подобную схему синхронизации кадров совместно с алгоритмом фрагментации, организующим одновременную передачу пакетов по всем соединениям;

- EoPDH является комплементарным расширением стандартов передачи изернет трафика в сетях SONET/SDH, предложенным для обеспечения экономически эффективной схемы передачи изернет сервисов по существующей инфраструктуре PDH каналов. EoPDH, по сути, адаптирует стандарт VCAT – основную концепцию агрегации в сетях SONET/SDH для объединения PDH каналов – и детализирован в стандарте ITU-T G.7043.

Технология Bundle Link была разработана компанией MEGABRIDGE для обеспечения передачи широкополосных сервисов по имеющимся в наличии инфраструктурам сетей доступа и делает возможным одновременную передачу потоков голоса операторского класса совместно с широкополосными сервисами видео и данных по существующим линиям связи. Оригинальный принцип объединения (агрегации) разрозненных линий связи в единый высокоскоростной канал, обеспечивающий совместную передачу сервисов голоса, видео и данных операторского класса поверх существующих физических соединений был официально зарегистрирован в США в качестве патента. Основной экономической выгодой использования решений на базе технологии Bundle Link является возможность модернизации существующих инфраструктур опорных сетей как альтернативного способа обеспечения широкополосного доступа без значительных капитальных вложений.

Ключевым принципом данной технологии является использование пучка имеющихся в наличии физических линий в качестве единого объединенного канала, способного передавать голос, видео и данные одновременно (Рис. 1).

Алгоритм объединения, совмещающий в себе преимущества как фрагментации, так и мультиплексирования с разделением времени, позволяет достичь максимального использования каждого физического

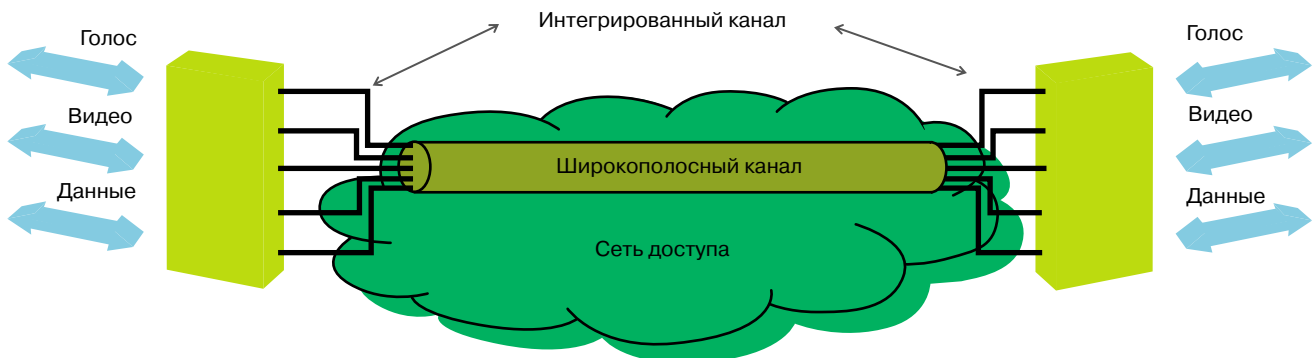


Рис. 1

соединения и обеспечивает надежные и экономически выгодные решения для создания расширений широкополосных сетей.

Достоинства технологии Bundle Link:

- агрегация потоков с постоянной скоростью битов объединяет отдельные линии доступа в единый интерфейс, что позволяет создавать широкополосные каналы поверх DSL и беспроводных модемов, спутниковых телеканалов и радиоканалов, PDH и V35 соединений, оптических и изернет портов;

- различные скорости физических соединений обеспечивают простой порядок ввода канала в эксплуатацию, гарантируя максимальную производительность пучка линий, с итоговой скоростью объединенного канала, равной сумме скоростей каждого из соединений;

- одновременная передача голоса и данных осуществляется путем деления исходных информационных потоков на строго фрагментированные порции данных и их последующего распределения по всем физическим соединениям, образующим виртуальный канал. Каждый фрагмент данных содержит части исходной информации, размещенные в соответствии с заданной схемой QoS и классом предоставляемых услуг. Этот подход гарантирует прозрачную передачу данных, сохраняя качество исходного информационного потока, и делает технологию Bundle Link уникальной для приложений, где сосуществование услуг голоса операторского класса и данных является обязательным;

- полная независимость между направлениями приемопередачи позволяет использование асимметричных потоков для создания широкополосного канала с увеличенной пропускной способностью в одном из направлений, что позволяет его использование для организации трансляций видео и широковещательных сервисов;

- встроенная защита и резервирование соединений внутри агрегированного канала гарантируют автоматическое перераспределение фрагментированных информационных потоков между соединениями в случае отказа в работе одного из них. Немедленное перераспределение потоков, со временем восстановления

сервисов менее 50 миллисекунд, ставит технологию Bundle Link в класс решений, обеспечивающих безотказный сетевой транспорт;

- операторский класс качества сервиса обеспечивает дополнительный уровень услуг с гарантированным качеством, предназначенный для прозрачной передачи голосовых сигналов с минимальной задержкой и практически нулевым отклонением фазы. Этот класс услуг с гарантированным качеством передачи позволяет обеспечить транспорт сервисов операторского класса все время, пока общая пропускная способность канала превосходит полосу пропускания, требуемую для транспортировки данного класса сервисов.

Аппликативные расширения технологии Bundle Link оптимизируют универсальный механизм агрегации и построения сквозного канала для передачи информации по предопределенному типу инфраструктур сетей доступа:

- технология DSLink предназначена для построения широкополосного канала передачи Triple Play сервисов по «первой и последней миле» путем агрегации DSL соединений в инфраструктурах сетей доступа. Использование подобных решений в качестве расширения оптоволоконных сетей для предоставления Изернет сервисов по «первой миле» в последние годы получило название EFM (Ethernet in the First Mile);

- технология TDMLink решает задачу построения сквозного широкополосного канала и передачи Triple Play сервисов по территориально-распределенным сетям путем агрегации инфраструктур TDM потоков. Технологические решения для организации передачи изернет трафика по TDM потокам часто используют под именами Inverse Multiplexing и EoPDH;

- технология WireLink позволяет создать псевдофизическое соединение для прозрачной передачи TDM потоков и протоколов канального уровня по инфраструктурам опорных сетей с пакетной коммутацией данных: Ethernet, IP и MPLS. В настоящее время подобные технологии получили название Circuit Emulation сервисов, Pseudo-Wire и TDMoIP.

Таблица 1

	M-Pair	EFMC	DSLlink
Встроенный TDM поток	Поддерживается	Не поддерживается	Поддерживается
Защита сигнализации TDM потока	Не поддерживается	Не применима	Поддерживается
Потери на служебную информацию	20÷40%	5%	0.5÷6%
Время восстановления канала	Не определено	Не определено	< 50ms
Помехоустойчивость канала	Низкая	Не определена	Высокая
Смешанные типы соединений	Нет: G.SHDSL	Да	Да
Разные скорости соединений	Не поддерживаются	Поддерживаются	Поддерживаются
Разные скорости приемопередачи	Не поддерживаются	Не поддерживаются	Поддерживаются
Сложность в управлении	Высокая (ATM)	Низкая	Низкая

Таблица 2

	IMA	EoPDH	TDMLink
Встроенный TDM поток	Не поддерживается	Не поддерживается	Поддерживается
Оптимизация голосовых трактов	Не применима	Не применима	Поддерживается
Потери на служебную информацию	20÷40%	0.5÷12%	0.5÷6%
Время восстановления канала	Длительное	< 50ms	< 50ms
Помехоустойчивость канала	Низкая (ATM)	Низкая (PDH)	Высокая
Смешанные типы соединений	Нет: G.703 или G.704	Нет: G.704	Да: G.703 и G.704
Разная кадровая синхронизация	Не поддерживается	Не поддерживается	Поддерживается
Разные скорости приемапередачи	Не поддерживаются	Не поддерживаются	Поддерживаются
Неполные NЧ64/NЧ56 Соединения	Не поддерживаются	Поддерживаются	Поддерживаются
Сложность в управлении	Высокая (ATM)	Высокая (SDH)	Низкая

Сравнительные характеристики и достоинства аппликативных расширений технологии Bundle Link

Технология DSLink оптимизирует технологию Bundle Link для построения широкополосного канала и передачи Triple Play сервисов по «первой и последней миле» путем агрегации DSL соединений в инфраструктурах сетей доступа. DSLink относится к технологиям, реализующим объединение на физическом уровне, при этом данная технология не накладывает каких-либо ограничений на тип DSL модема, используемого для установления физического соединения и обеспечивает агрегацию канала поверх всех современных DSL технологий: G.SHDSL, ADSL/ADSL2/ADSL2+ и VDSL/VDSL2.

Помимо перечисленных ранее достоинств технологии Bundle Link, DSLink расширяет технологию дополнительными функциональными возможностями, аппликативными для среды передачи данных DSL модемов. Встроенная защита и резервирование сигнализации TDM потоков абонента транслирует резервные копии кадровых и сигнальных временных интервалов отдельно от основных копий по другим соединениям интерфейса, что увеличивает помехозащищенность протоколов верхнего уровня и обеспечивает безошибочность передачи сигнализации при присутствии помех.

Сравнительные характеристики технологий агрегации DSL соединений приведены в Таблице 1.

Технология TDMLink оптимизирует технологию Bundle Link для построения сквозного широкополосного канала и передачи Triple Play сервисов по территориально-распределенным сетям путем агрегации инфраструктур TDM потоков. TDMLink так же, как и DSLink, относится к разряду технологий, реализующих объединение на физическом уровне и дополняет технологию Bundle Link функциональными возможностями, аппликативными для передачи информации по PDH инфраструктурам:

- независимость источников синхронизации TDM потоков делает возможным объединение TDM потоков, приходящих из операторских сетей разной инфраструк-

туры и с различными источниками кадровой синхронизации, например из SDH, DSL и беспроводных сетей;

- динамическая оптимизация полосы голосового тракта позволяет освободить часть полосы пропускания голосового тракта для передачи дополнительных сервисов. Такая оптимизация дает возможность существенно увеличить полезную полосу пропускания агрегированного канала, не вызывая дополнительной задержки в передаче данных и не оказывая влияние на качество предоставляемых услуг. Механизм оптимизации реализован на принципе подавления пауз в голосовом сигнале и использует возможности технологии Bundle Link по высокоскоростному объединению каналов и перераспределению трафика для увеличения полосы пропускания.

Сравнительные характеристики технологий агрегации TDM потоков приведены в Таблице 2.

Технология WireLink является другим расширением технологии Bundle Link, позволяющим создавать псевдофизические соединения для прозрачной передачи TDM потоков и протоколов канального уровня по инфраструктурам опорных сетей с пакетной коммутацией данных: Ethernet, IP и MPLS. Псевдопроводные технологии появились относительно недавно и представляют собой транспортные технологии, предназначенные для передачи традиционного набора услуг по сетям с пакетной коммутацией данных путем эмуляции входного канала. Первоначально предложенная компанией RAD и запатентованная под торговой маркой TDMoIP технология передачи TDM потоков была расширена компанией Axerra Networks (в прошлом компания IPrad, входящая в группу компаний RAD) для передачи протоколов канального уровня (HDLC, ATM) и зарегистрирована под торговой маркой Pseudo-Wire. В настоящее время подобные технологии имеются в наличии у ряда компаний, стандартизованы IETF, ITU-T и MEF и получили название Circuit Emulation сервисов.

Основные отличительные достоинства технологии WireLink следующие:

– автоматическая компенсация переменной задержки коммутации пакетов основана на встроенном механизме измерения задержки сети и оригинальном алгоритме управления процессом буферизации и подавления джиттера и обеспечивает эмуляцию входного канала поверх сетей сложной топологии без вмешательства оператора;

– усовершенствованный механизм синхронизации обеспечивает адаптивный метод восстановления синхронизации канала совмещающий быструю фиксацию (защелку) синхронизации и минимальное отклонением фазы сигнала с высокой устойчивостью к потерям пакетов в сети.

Альтернативные методы подключения объектов связи

Подключение через агрегированное модемное соединение

Серия инверсных мультиплексоров B-DSLlink использует технологию DSLlink для агрегации DSL каналов и передачи Triple Play сервисов по медным инфраструктурам (витым парам) сетей абонентского доступа.

Оборудование B-DSLlink использует физический уровень протокола технологии G.SHDSL.bis для построения симметричного широкополосного соединения и физический уровень ADSL2/ADSL2+ для создания асимметричного высокоскоростного канала, применимого для трансляции широковещательных сервисов.

Помимо достоинств использования технологии DSLlink, серия B-DSLlink реализует расширенную схему QoS и предоставляет дополнительные аппликативные возможности, учитывающие специфику работы DSL оборудования:

– режим PnP основан на использовании алгоритма динамической адаптации скорости каналов и обеспечивает первичную конфигурацию изделия, поддерживающую настройки для передачи голоса и данных в автоматическом режиме. Простота конфигурации продукта позволяет минимизировать операции технического обслуживания и обеспечить максимальную полосу пропускания и производительность канала передачи данных без вмешательства оператора;

– расширенная схема QoS гарантирует распределение полосы пропускания объединенного канала для передачи данных в соответствии с приоритетами передаваемых сервисов;



Рис. 2

	Расширение Оптоволокна	Ретрансляция Трафика	Выделенный Канал
Операторы Фиксированной Связи	Доступ по Первой и Последней Миле	Сельские и Труднодоступные Районы	Широкополосный Доступ
Операторы Мобильной Связи		2/2.5G и 3G Сети	
Интернет Провайдеры	Доступ по Первой и Последней Миле	WIF и WIMAX	
Предприятия и Ведомства	Доступ по Первой и Последней Миле		Широкополосный Доступ

■ Сегменты Рынка ■ Потребители ■ Аппликации

Рис. 3



ПРИМЕЧАНИЕ: * - Запланировано к выпуску

Рис. 4

	Ретрансляция Трафика	Выделенный Канал
Операторы Фиксированной Связи	Сельские и Труднодоступные Районы	Широкополосный Доступ
Операторы Мобильной Связи	2/2.5G и 3G Сети	
Интернет Провайдеры	WiFi и WiMAX	Широкополосный Доступ
Предприятия и Ведомства		Широкополосный Доступ

Сегменты Рынка
 Потребители
 Applикации

Рис. 5

– дистанционное питание, передающееся по DSL линиям совместно с передачей информации, делает возможным установку оборудования на удаленных объектах, не имеющих локального питания. Система дистанционного питания гарантирует безопасное напряжение на линиях, равное 120В, она снабжена защитами от короткого замыкания и утечек тока и обеспечивает аварийную сигнализацию при сбоях.

Скорости агрегированных DSL соединений и конфигурации интерфейсов пользователя оборудования B-DSLLink показаны на Рис. 2.

Внедрение решений на базе оборудования B-DSLLink является эффективной альтернативой оптоволоконным и радиорелейным решениям, предлагая немедленную модернизацию существующих инфраструктур сетей абонентского доступа при минимальных капитальных затратах, что обеспечивает высокую рентабельность капиталовложений.

Главными экономическими выгодами внедрения являются:

- передача традиционных сервисов совместно с Triple Play сервисами;
- минимизация капитальных затрат;
- уменьшение операционных расходов;

Краткий обзор сегментов рынка, потенциальных потребителей продукции и приложений приведен на Рис. 3.

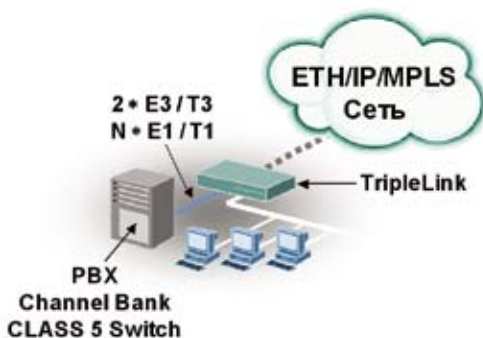
Подключение путем объединения TDM потоков

Серия инверсных мультиплексоров PDHLink использует технологию TDMLink для агрегации PDH потоков и передачи Triple Play сервисов на значительные расстояния путем создания сквозного широкополосного канала по территориально-распределенной инфраструктуре PDH сетей. Оборудование PDHLink позволяет производить объединение любых комбинаций PDH потоков, как структурированной (G.704, N464/N456), так и неструктурированной цикловой структуры (G.703), с разными кадровыми синхронизациями и скоростями приемапередачи (N464/N456), поддерживает передачу встроенных PDH потоков и реализует другие достоинства технологии TDMLink для создания защищенного и помехоустойчивого соединения.

Помимо преимуществ применения технологии TDMLink для агрегации PDH потоков, серия PDHLink обеспечивает расширенную схему управления QoS и классификации приоритета, приведенную при описа-

СЕТЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1 x FE
2 x GbE *



ETHERNET ПОРТЫ

1 x FE
6 x FE and 1 x GbE *

PDH ПОРТЫ

4 x E1/T1
8/16 x E1/T1
1/2 x E3/T3 *
16 x FXS *

ПРИМЕЧАНИЕ: * - Запланировано к выпуску

Рис. 6

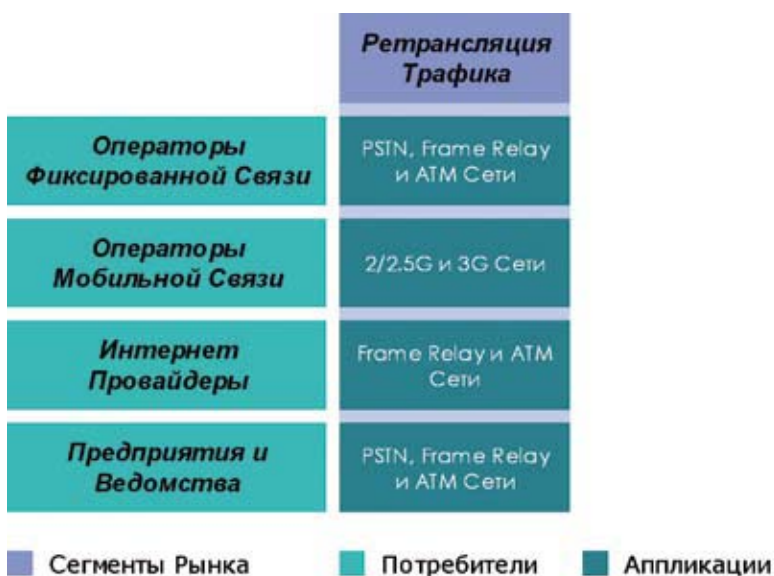


Рис. 7

нии оборудования В-DSLlink. Скорости агрегированных PDH потоков и конфигурации интерфейсов пользователя оборудования PDHlink показаны на Рис. 4.

Краткий обзор сегментов рынка, потенциальных потребителей продукции и приложений приведен на Рис. 5.

Подключение TDM потоков через сети передачи данных

Серия изделий Triple Link использует технологию WireLink для создания псевдофизического соединения и агрегации Triple Play сервисов по инфраструктурам опорных сетей с пакетной коммутацией данных. Серия Triple Link позволяет создавать как соединения типа «точка-точка» (point-to-point), так и типа «точка-многоточка» (point-to-multipoint), гарантируя прозрачность передачи TDM сервисов и устраняя необходимость в использовании оборудования SONET/SDH.

Подобно сериям В-DSLlink и PDHlink, серия Triple Link, помимо преимуществ применения технологии Wire Link, обеспечивает расширенную схему управле-

ния QoS и классификации приоритета при коммутации пакетов данных.

Конфигурации сетевых соединений и интерфейсов пользователя оборудования Triple Link показаны на Рис. 6.

Краткий обзор сегментов рынка, потенциальных потребителей продукции и приложений приведен на Рис. 7.

Таким образом, вышеописанные технологии позволяют решать ряд актуальных на сегодняшний день задач, возникающих у операторов связи, особенно на этапе перехода к сетям NGN и их совместной работе с TDM сетями.

Список сокращений

DSL (Digital Subscriber Line) – цифровая абонентская линия;
PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) – асинхронная цифровая иерархия;

MLPPP (Multilink Point-to-Point Protocol) – многоканальный протокол соединения «точка-точка»;
 ATM (Asynchronous Transfer Mode) – асинхронный способ передачи данных;
 IMA (Inverse Multiplexing for ATM) – инверсное мультиплексирование для ATM;
 PPP (Point-to-Point Protocol) – протокол соединения «точка-точка»;
 M-pair G.SHDSL (Multi-pair Single-pair High-speed Digital Subscriber Line) – протокол объединения однопарных высокоскоростных цифровых абонентских линий;
 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) – ассиметричная цифровая абонентская линия;
 EFMC (Ethernet in the First Mile over Copper) – изернет «первой мили» по медным линиям;
 EoPDH (Ethernet over PDH) – Изернет по линиям асинхронной иерархии;
 TDM (Time Division Multiplexing) – мультиплексирование с разделением времени;
 SONET (Synchronous optical networking) – синхронная оптическая сеть;

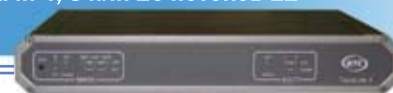
SDH (Synchronous Digital Hierarchy) – синхронная цифровая иерархия;
 VCAT (Virtual Concatenation) – виртуальное объединение;
 QoS (Quality of Service) – качество обслуживания;
 Triple Play – предоставление единого канала связи для передачи голоса, видео и данных;
 EFM (Ethernet in the First Mile) – изернет на «первой миле»;
 IP (Internet Protocol) – межсетевой протокол;
 MPLS (Multiprotocol Label Switching) – мультипротокольная коммутация по меткам;
 Circuit Emulation – эмуляция цепей;
 Pseudo-Wire – псевдопроводной эмуляции;
 TDMoIP (TDM over IP) – мультиплексирование с разделением времени поверх межсетевого протокола;
 VDSL (Very-high data rate Digital Subscriber Line) – сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия;
 PnP (Plug and Play) – включил и работай;
 NGN (Next Generation Network) – сети следующего поколения.

Аппаратура «Шлюз Нева»

ООО «БТС» представляет прогрессивное решение по увеличению пропускной способности существующих линий связи с использованием новой технологии агрегирования физических линий по DSL технологиям, а также решение по передаче IP трафика по TDM потокам и обратная задача – создание псевдофизического соединения для передачи TDM потоков по сетям с пакетной коммутацией.

ООО «БТС» приступило к выпуску аппаратуры «Шлюз Нева» следующих модификаций:

Семейство TripleLink, создание псевдофизического соединения для передачи 4, 8 или 16 потоков E1
TripleLink 4, 8, 16



Семейство DSLLink, агрегирование 4, 8 или 16 физических линий
DSLLink 4, 8, 16



Семейство TDMLink, агрегирование 4, 8 или 16 потоков E1
TDMLink 4, 8, 16



**Балтийские
Телекоммуникационные
Системы**

197110 Санкт-Петербург, Петровский пр. 26, ООО «БТС»
 Тел./факс: +7 (812) 622-19-64
 +7 (812) 350-16-98
 e-mail: office@btsltd.ru http://www.btsltd.ru