

МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ АБОНЕНТСКИЕ КОНЦЕНТРАТОРЫ

*В.Ю. Гойхман, начальник лаборатории ЛОНИИС
А.Б. Гольдштейн, начальник сектора ЛОНИИС*

Известно, что на сети доступа приходится порядка 70% всех капиталовложений в сети связи, поэтому серьезный интерес потребителей и активность производителей в этом сегменте телекоммуникационного рынка вполне объяснимы.

Распространение IP-телефонии, значительное увеличение объемов трафика Интернета, развитие технологии передачи голоса поверх Ethernet, появление приложений электронной коммерции и многие другие факторы в совокупности привели к созданию новой концепции мультисервисного абонентского доступа, изложение основных принципов которой заслуживает отдельной публикации. Данный материал представляет собой обзор характеристик наиболее известных на российском рынке моделей оборудования проводного мультисервисного доступа.

Мультисервисный доступ – операторам и абонентам

Можно указать две причины повышенного интереса к новому оборудованию мультисервисного доступа.

Первая - стремление абонента получить за разумную плату и с должным качеством весь спектр современных услуг связи: дополнительные ус-

луги цифровых АТС, недорогие междугородные/международные звонки по сетям IP-телефонии, качественный симметричный канал в Интернет, "видео по требованию" и т.п. Несмотря на то что сегодня пользователю, как правило, доступны все эти сервисы, в большинстве случаев ему приходится обращаться к услугам сразу нескольких операторов (например, оператору сети ТфОП и Интернет-провайдеру), а следовательно, испытывать связанные с этим материальные и психологические неудобства.

Вторая причина - претензии операторов, участвующих в предоставлении услуг, друг к другу и к абонентам. Пример организации абонентского доступа в Интернет по линиям ТфОП при отсутствии повременной оплаты местных вызовов говорит сам за себя.

Мультисервисный абонентский доступ помогает избавиться от необходимости аренды каналов доступа, ведения сложных взаиморасчетов операторов, выстраивания схем транзита трафика и целого ряда других проблем. Как только в сети оператора появляется мульти-сервисное оборудование доступа, все его абоненты получают желаемые услуги от него напрямую. Плата целиком поступает к оператору (несомненное

преимущество для него), и этот же оператор обеспечивает удовлетворительное качество и оперативно обрабатывает запросы пользователей (безусловный плюс для абонентов).

Рынок устройств мультисервисного абонентского доступа сегодня уже достаточно широк, на нем представлена продукция и ведущих производителей телекоммуникационного оборудования, и развивающихся компаний. Ниже рассмотрены технические характеристики конкретных устройств, полученные из открытых источников и из Ин-фобанка СОТСБИ.

BroadAccess MAP (ADC)

BroadAccess Multiservice Access Platform (MAP) производства компании ADC - одна из первых сертифицированных в России систем доступа, весьма популярная среди

отечественных операторов связи. Оборудование имеет встроенные аппаратные средства для передачи как по оптоволокну, так и по медному кабелю. В обоих случаях архитектура BroadAccess MAP несколько избыточна, но тем не менее обеспечивает надежность системы.

BroadAccess MAP состоит из платы объединения (backplane), плат передачи, абонентских плат и системы управления ClearAccess+. Варианты построения сети на базе BroadAccess приведены на рис. 1.

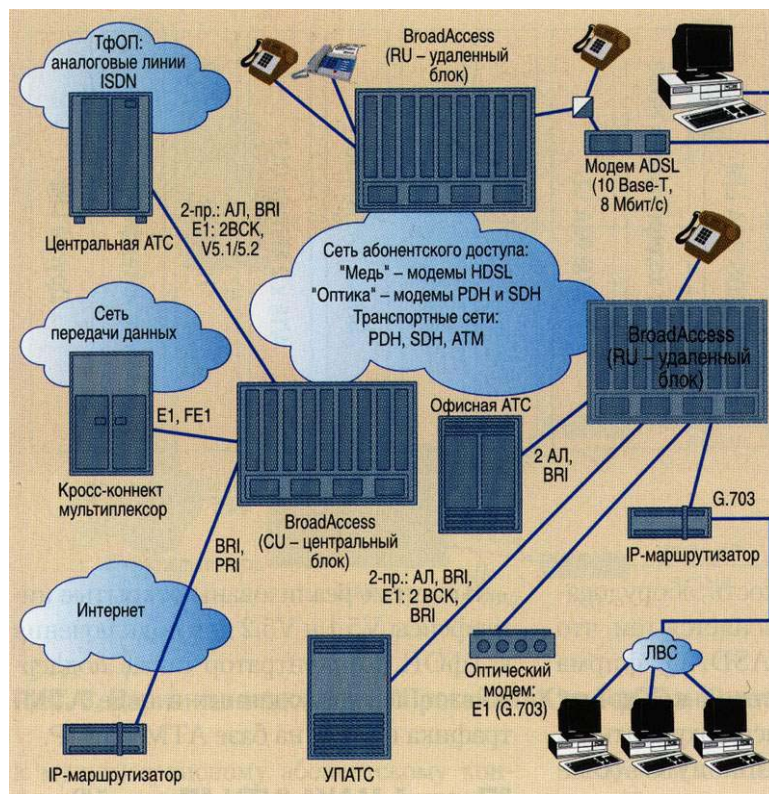


Рис. 1. Варианты построения сети на базе BroadAccess MAP

Плата объединения BroadAccess MAP поддерживает высокоскоростной трафик ATM/TDM. Входящие в ее состав шины TDM, SDH и ATM позволяют одновременно предоставлять узко- и широкополосные услуги. Шина TDM обеспечивает поддержку узкополосных услуг: обычная телефония (Plain Old Telephone Services, POTS), ISDN, специальные услуги (например, телефонная "горячая" линия). Шина SDH осуществляет доступ к интегральной плате STM-4 и поддерживает передачу данных по SDH. Многогигабитная шина ATM предоставляет широкополосные услуги, включая передачу потока STM-1 и высокоскоростного IP-трафика по ADSL/VDSL или оптоволокну.

Абонентские платы обеспечивают абонентские интерфейсы для предоставления соответствующих услуг: POTS, таксофон, ISDN, 2/4-проводная линия E&M, Nx64 кбит/с, xDSL, 10/100 Base-T, ATMF-25, STM-1 UNI.

При помощи различных плат передачи BroadAccess MAP может передавать данные на опорную АТС следующими способами: E1 (G.703), HDSL, E3 (по оптоволокну и по медному кабелю), STM-4.

Система управления ClearAccess+ обеспечивает иерархическое отображение всей сети на любом из уровней от доменов до портов, может выполнять различные линейные проверки и выводить визуальную информацию об имеющихся неисправностях, а также собирать и анализировать статистическую информацию по сети.

BroadAccess MAP выпускается в различных конфигурациях для установки на улице и в помещении.

Any Media Access System (Lucent Technologies)

Any Media Access System -это цифровой концентратор абонентских линий уже 4-го поколения. Он поддерживает открытый интерфейс V5 для стыка с АТС, выделенные линии и АТМ, имеет полнодоступную коммутационную матрицу 64 кбит/с. При использовании интерфейса V5.2 обеспечивается степень концентрации от 1:1 до 19:1. Система поддерживает предоставление услуг POTS, таксофона, ISDN (BRA, PRA), аналоговых выделенных линий, цифровых сетей передачи данных, xDSL, трактов E1 и E3. Расширения сети АТМ (155 Мбит/с) к оптическим сетевым модулям - тракты 8, 34, 45 Мбит/с, STM-1.

Any Media Access System позволяет доводить оптические линии связи до глубоких уровней сети. Платформа интерфейса доступа обеспечивает реализацию различных вариантов топологии доступа, в том числе "оптоволокно до узла, до края дороги, до дома" (Fiber-To-The-Exchange, -Curb, -Home), а также поддерживает возможность радиодоступа. Для подключения телефонных абонентских линий используется 32-портовая плата. Широкополосный трафик коммутируется в сеть АТМ отдельно через мультиплексор линий АТМ.

Модификация системы Any Media Access System, реализованная в виде концентратора оптических линий (OLT), выполняет роль узла доступа, к которому подключаются до 8 компактных 96-портовых оптических сетевых модулей (ONU). При этом возможна реализация смешанной медно-оптической системы распределения.

Litespan 1540(Alcatel)

Платформа доступа Litespan 1540 позволяет реализовать услуги xDSL на базе АТМ, а также узко- и широкополосные услуги на базе TDM для различных типов абонентов. Платформа оснащена интегрированным оборудованием передачи для PDH и SDH, предоставляет конечному пользователю на базе TDM услуги обычной телефонии, первичный и базовый доступ ISDN, передачу данных 2 Мбит/с (E1), Nx64 кбит/с и доступ по симметричной линии DSL. Пользователь также может получить доступ в сеть по аналоговым выделенным линиям.

Из услуг сетей следующего поколения (NGN) реализованы VoIP и VoDSL. В качестве среды передачи Litespan использует медные провода (DSL), оптоволокно (STM-1) и радиолнии. Для включения в опорную АТС используются универсальные интерфейсы V5.1, V5.2 и широкополосные Nx2 Мбит/с (Frame Relay и IP).



Рис. 2. Мультисервисная линейная полка Litespan 1540.

Представленные на рис. 2 разнообразные сетевые окончания позволяют подключить до 16 полнофункциональных телефонных линий, до 4 линий ISDN PRA, до 4 линий HDSL, до 8 аналоговых выделенных линий, до 8 или 12 линий SHDSL-TDM (АТМ), до 12 линий ADSL по обычным телефонным линиям и до 4 - по ISDN 2B1Q,

Некоторая громоздкость оборудования Litespan 1540 объясняется тем, что в эпоху подъема NASDAQ фирма Alcatel приобрела несколько новых компаний и постаралась сохранить их разноплановые разработки путем объединения в одном продукте (рис. 2).

ENGINE Access Ramp (Ericsson)

Компания Ericsson в составе комплекса оборудования NGN выпускает мульти-сервисный концентратор доступа ENGINE Access Ramp. Система предоставляет широкий набор широкополосных и узкополосных услуг связи: POTS, ISDN BRA и PRA через интегрированное устройство доступа -IAD, подключаемое к концентратору по линиям ADSL и SHDSL. При подключении по ADSL возможна поддержка до 4 голосовых каналов, а при использовании SHDSL поддерживаются до 24 голосовых каналов. Существует несколько типовых комплектаций ENGINE Access Ramp, например MIDI или Outdoor MAXI. В одной кассете размещается одна из следующих комбинаций:

- 450 или 150 портов ТфОП + блок ISDN PRA;
- 225 или 75 портов ISDN BRA + 20 портов ADSL;
- 20 портов ADSL или 120 портов ТфОП и другие комбинации.

В системе реализованы открытые интерфейсы V5.1 и V5.2 для подключения к ТфОП. Концентратор также поддерживает передачу данных в виде ATM-трафика в сетях на базе ATM или IP.

«Протей-МАК» (НТЦ «Протей»)

Единственный отечественный мультисервисный концентратор доступа "Протей-МАК", как и предыдущий ENGINE Access Ramp, предлагает промышленную реализацию технологии SHDSL, практически минуя асимметричные линии ADSL. Принципиальным отличием этого оборудования практически от всех остальных устройств, приведенных в обзоре, является отсутствие элементов технологии ATM. "Протей-МАК" изначально ориентирован на две технологии – IP и TDM. Сэкономленные на реализации ATM ресурсы были потрачены разработчиками на поддержку всей гаммы протоколов для подключения к мультисервисным сетям SIP, SIP-T, MGCP, MEGA-CO/H.248, которые наряду с универсальным интерфейсом V5.2 обеспечивают связь "Протей-МАК" с сетями операторов и пользовательским оборудованием. Варианты подключения приведены на рис. 3.

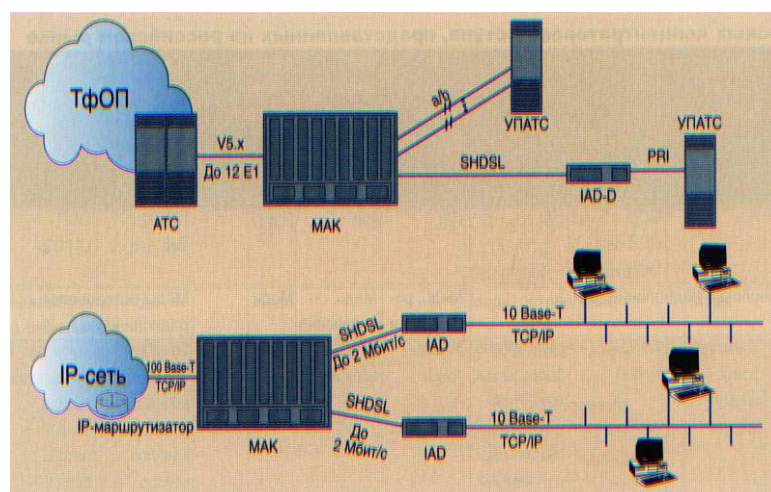


Рис. 3. Варианты включения «Протей-МАК» в ТфОП и IP-сеть.

Важной особенностью при использовании данного оборудования является возможность поэтапного перехода от сети на базе коммутации каналов (сигнализации ОКС № 7, EDSS-1, V5.2) к пакетным IP-сетям (протоколы SIP, H.323, H.248/MEGACO). При этом не требуется смены основного оборудования: в существующую комплектацию добавляется специализированная плата, обеспечивающая необходимый

интерфейс к IP-сети и осуществляющая преобразование речи в формат, пригодный для передачи по IP-сетям. На первом этапе оператор предоставляет только классические телефонные услуги, а оборудование доступа подключается по протоколу V5. Второй этап подразумевает дополнительное подключение к мультисервисному абонентскому концентратору IP-сети для передачи трафика данных от пользователей интегрированного доступа на базе SHDSL. Речевой трафик передается по трактам E1 на телефонную станцию. На третьем этапе речь и данные передаются только по IP-сети.

HONET (Huawei Technologies)

Система HONET китайской компании Huawei Technologies предназначена для одновременной передачи речи, данных, сигналов кабельного телевидения, для организации выделенной линии звуковой частоты, услуг мультимедийной связи и других сервисов на единой платформе доступа. HONET позволяет реализовать самые разные варианты топологии сетей (см. таблицу).

Система HONET состоит из двух модулей OLT (Optical Line Terminal) и ONU (Optical Network Unit), соединенных оптоволоконным кабелем, и системы управления сетью AN-NMS. ONU отвечает за организацию пользовательского доступа по широкому перечню абонентских интерфейсов, платы которых совместимы по разъемам, что облегчает быстрое наращивание системы и реализацию доступа к новым услугам.

Абонентский блок поддерживает коэффициент уплотнения абонентов от 1:1 до 4:1, что позволяет операторам осуществлять гибкое распределение емкости передачи согласно фактической нагрузке без потерь. OLT может подключаться к сети ТфОП или ISDN по V5.x, к сетям ATM или IP, X.25/Frame Relay, сетям кабельного телевидения.

CVX1800 (Nortel Networks)

В качестве устройства мультисервисного доступа операторского класса компания Nortel Networks предлагает пользователям концентратор CVX 1800. Он построен на основе фирменной системной архитектуры Flow Through, объединяющей в себе набор высокопроизводительных элементов, таких, как неблокируемая передача данных по параллельным шинам в их оригинальном формате без непроизводительных затрат ресурсов.

Одна кассета позволяет подключить до 16 плат модемного и цифрового доступа. Выпускаются платы модемного доступа на 96, 102, 192 и 204 модема. Платы цифрового доступа производятся в модификациях 12xE1, 24xE1, 2xDS3, 2xSTM-1. Порты CVX 1800 полностью универсальны и позволяют осуществлять доступ по аналоговым линиям, ISDN BRA и PRA, беспроводный доступ (V.110, WAP, HSCSD), PPP, ОКС-7, Frame Relay, xDSL. Платформа CVX обеспечивает поддержку таких услуг, как VoIP и FAXoIP.

Система управления сетью CVX (NMS) выполняет сетевое управление, конфигурацию, мониторинг, ввод параметров, тестирование и поиск неисправностей, а также позволяет вести учет транзакций, осуществляемых коммутаторами доступа CVX 1800 и другим оборудованием связи.

AceMAP (Samsung)

В состав оборудования доступа AceMAP входят три основных компонента:

- шлюз AccessGateway;
- концентратор Multi-ServiceDSLAM;
- аппаратура передачи NGDLC.

Шлюз AccessGateway является платформой для конвергенции таких сетевых услуг, как передача голоса, видеоинформации и данных. В рамках одной платформы он

предоставляет следующие пользовательские услуги: ISDN, аналоговую телефонию, цифровой абонентский доступ и выделенные линии. Для подключения к местным АТС могут быть использованы каналы STM-1/4 и OC-3/12. Шлюз выполняет также функции АТМ-коммутатора и сервера широкополосного удаленного доступа (B-RAS).

AccessGateway поддерживает абонентские линии, ориентированные на пакетную передачу (VoIP и VoATM), а также выполняет функции медиа-шлюза, преобразуя трафик TDM в пакетный (IP или ATM). На базе оборудования AccessGateway могут быть реализованы такие услуги доступа, как VoP, xDSL, традиционная телефония, выделенные линии, DLC и ISDN.

Multi-ServiceDSLAM обеспечивает высокую концентрацию услуг в одном компактном центральном модуле; поддерживает любую комбинацию услуг ADSL, SHDSL или VDSL на единой платформе. В концентраторе обеспечивается различная степень резервирования, включая резервирование системных, управляющих и сетевых интерфейсных плат. В устройстве реализована встроенная функция шлюза VoDSL/CVoDSL.

Оборудование NGDLC обеспечивает высокоскоростную передачу голоса и данных по существующим медным и оптическим линиям связи. Дополнительные платы, устанавливаемые в NGDLC, позволяют реализовать функции шлюза доступа. Для соединения между опорным и удаленным модулями системы используются каналы АТМ. Кроме того, NGDLC может работать как система гибридного типа, поддерживающая четыре канала STM-1 или OC-3. До двух таких каналов может быть использовано для передачи трафика TDM. В перечень предоставляемых NGDLC услуг входят передача голоса, ISDN (BRI и PRI), Nx64 кбит/с и xDSL.

SURPASS hiA (Siemens)

Как и многие другие производители, Siemens представляет для сетей связи следующего поколения целое семейство оборудования под общим названием SURPASS. В рамках данной статьи непосредственный интерес представляет один представитель этого семейства - SURPASS hiA, система мультисервисного доступа типа voice-enabled для предоставления традиционных речевых услуг, xDSL и передачи данных на базе общей платформы. Система содержит гибкие магистральные интерфейсы для подключения к городскому коммутатору EWSD (Siemens), произвольному коммутационному оборудованию и непосредственно к IP- и АТМ-сетям. В последнем случае hiA работает под управлением сервера hiQ, что устраняет необходимость использования специальных интерфейсов при передаче речи в сетевые блоки на базе TDM. Наиболее полно все функции реализованы в модификации SURPASS hiA 7500. Это устройство поддерживает услуги доступа по полноскоростной ADSL, G.Lite (UDSL), SDSL и HDSL; содержит необходимые интерфейсы POTS, BRA и PRA ISDN, интерфейсы V5.x или TR8/GR303. В него может быть установлен модуль, реализующий услуги доступа АТМ, Frame Relay и "арендованной линии" с пропускной способностью от 64 кбит/с до 155 Мбит/с. В комплектацию SURPASS hiA входит все необходимое абонентское оборудование, включая оконечные устройства VoDSL и IAD.

Помимо поддержки полного набора обычных телефонных услуг для исходящего речевого абонентского трафика SURPASS hiA также выполняет функции интегрированного сервера удаленного доступа (RAS), который позволяет обслуживать исходящий коммутируемый Интернет-трафик, направляя его в пакетную сеть еще в области доступа.

AN-2000 (UTStarcom)

Китайская компания UTStarcom разработала свое оборудование доступа AN-2000 в соответствии со стандартами МСЭ на интерфейсы V5.1 и V5.2. В том случае если коммутаторы оператора не поддерживают V5, система AN-2000 может работать со станцией по 2-проводно-му интерфейсу. Оборудование поддерживает следующий набор интерфейсов (помимо перечисленных в таблице):

- E1 (G.703), поддерживающий арендованный канал и ISDN PRI; « 2-проводный ТфОП/таксофон;
- 2/4-проводный E&M;
- арендованный канал IDSL (2B+D), поддерживающий синхронные данные V.35 и/или V.24 (64 и 128 кбит/с) и низкоскоростные порты (X.50), мультиплексируемые с устройствами сетевого окончания (NTU) в помещении абонента;
- HDSL, поддерживающий E1 и синхронные данные V.35/V.11 (от Nx64 кбит/с до 2 Мбит/с) до NTU в помещении абонента;
- сонаправленный стык G.703 (64 кбит/с);
- оптическое расширение PDH, поддерживающее арендованный канал E1 и ISDN PRI в паре с оптическим модемом у абонента.

FN-2000 (NEC)

Система сетевого доступа FA-2000 -это OEM-оборудование, выпускаемое фирмой NEC на основе описанной выше системы AN-2000. Управление FA-2000 осуществляется с использованием ПО Netman, предоставляющего графический интерфейс пользователя (GUI).

ZXA10 Access Server (ZTE Technologies)

Еще один китайский производитель -ZTE Technologies - разработал для построения мультисервисных сетей доступа аппаратуру ZXA 10 Access Server, которая состоит из модулей OLT и ONU, соединенных через оптоволоконную систему передачи, и системы управления сетью. Один OLT может быть соединен с множеством ONU по топологии "точка -точка" или "кольцо". В модуле OLT предусмотрены стандартные интерфейсы для подключения к опорной АТС, он предназначен для установки в центральных офисах и выпускается в двух модификациях: ZXOLT и ZXOLTB.

ONU поддерживает следующие пользовательские интерфейсы для реализации различных конечных услуг: POTS, Nx64 кбит/с, аналоговые и цифровые выделенные линии, ISDN BRA и PRA, ADSL, 10 Base-T (Ethernet), кабельное телевидение.

AS5300 (Cisco Systems)

Универсальный сервер доступа AS5300 имеет модульную архитектуру, карты E1/PRI, два адаптивных 10/100 Base-T Ethernet-порта, карту VoIP. Можно установить до 5 модулей DSP, чтобы обеспечить обработку до 30 В-ка-налов. В зависимости от вида карт T1/PRI и E1/PRI они могут иметь от 4 до 8 разъемов для подключения кабелей.

Имеются опубликованные сведения о планах производителя прекратить выпуск и продажу оборудования AS5300 с сохранением технической поддержки данной модели до 2007 г.

Access Node (Iskratel)

Словенская компания Iskratel выпускает узел доступа Access Node для подключения абонентов к собственным системам коммутации SI2000 или к коммутационному оборудованию других производителей, которое поддерживает стандартный интерфейс V.5. AN SI2000 реализует следующие услуги и интерфейсы конечного пользователя: POTS, аналоговая выделенная линия, ISDN BRA и PRA, ADSL, G.SHDSL, VoIP.

MEDIO C2K (STROM telecom)

Абонентский концентратор MEDIO C2K чешской фирмы STROM telecom входит в серию продуктов MEDIO, центральным элементом которой является одноименная цифровая система коммутации. Однако концентратор MEDIO C2K может взаимодействовать и с оборудованием других производителей, поддерживающим открытые интерфейсы V5.

В числе особенностей данного концентратора производитель заявляет поддержку "спаренных" телефонных линий. В этом случае необходима установка в помещении пользователя оборудования PG2C. Для подключения абонентов ISDN потребуется установка оборудования NT.

Mercury (Tainet Communication System)

Тайваньская компания Tainet Communications Systems для сетей доступа создала серию мультисервисных концентраторов Mercury. Модельный ряд представлен устройствами Mercury 800, 3600 и 3820, различающимися емкостью системы.

Концентраторы Mercury имеют модульную архитектуру: требуемая функциональность и емкость оборудования создается разными наборами сменных модулей. Для концентраторов 3600 и 3820 используются одинаковые модули. Младшее устройство в линейке Mercury 800 имеет встроенный интерфейс 2xE1 и 2 слота для сменных модулей, а старшая модель Mercury 3820 имеет 10 слотов и обеспечивает возможность "горячей" замены модулей.

Конфигурация и диагностика Mercury 3820 осуществляется с порта управления терминалом VT-100 или через порт Ethernet. Встроенный SNMP-агент позволяет управлять концентратором Mercury 3820 с помощью управляющей системы Tainet EMS (Element Management System) под Windows. Программное обеспечение концентратора может обновляться через TFTP-сервер.

HTC-1100E (Hitron Technologies)

В концентраторе абонентского доступа HTC-1100E другой тайваньской фирмы Hitron Technologies применяется цифровой способ обработки сигнала и такие технологии, как VLSI, TSA/TSI, Cross Connect. Производитель предусмотрел возможность подключения HTC-1100E к различным типам АТС (по аналоговым линиям, по стыку E1 G.703) и реализовал поддержку интерфейса V5.2. Система имеет аналоговые интерфейсы FXO/FXS (POTS, таксофон) и E&M (линии межстанционной связи), а также набор цифровых интерфейсов для синхронной/асинхронной передачи данных.

Pegasus (Schmid Telecom)

Платформа Pegasus швейцарской компании Schmid Telecom представляет собой концентратор (DSLAM), позволяющий подключить до 64 линий G.SHDSL в одну кассету, и несколько версий абонентских устройств (IAD) с различными

пользовательскими интерфейсами. В концентратор можно установить одну или несколько карт со следующими магистральными интерфейсами: V5.1/V5.2, 100 Base-T, 1000 Base-T, SDH (STM-1), ATM (STM-1).

Для удобства сопоставления функциональных возможностей оборудования характеристики устройств доступа, упоминаемых в данном обзоре, сведены в одну таблицу. В заключение авторы выражают уверенность, что активное внедрение новых пользовательских услуг и технологий в сетях доступа будет способствовать значительному расширению номенклатуры мультисервисных абонентских концентраторов, представленных на отечественном телекоммуникационном рынке.

Основные характеристики мультисервисных концентраторов доступа, представленных на российском рынке

Оборудование (производитель)	Broad Access MAP (ADC)	AnyMedia Access System (Lucent Technologies)	Litespan 1540 (Alcatel)	Engine Access Ramp (Ericsson)	Протей МАК (НТЦ «Протей»)	AN Honet (Huawei)	CVX 1800 (Nortel Networks)	Ace Map Access Gateway (Samsung)	Surpass hiA/hiX (Siemens)	AN 2000 (UTStarcom)	FA-2000 (NEC)	ZXA 10 (ZTE Technologies)	AS5300 (Cisco Systems)	SI2000 AN (Iskratel)	MEDIO C2K (STROM telecom)	Mercury (Tainet)	HTC-1100E (Hitron)	Pegasus (Schmid Telecom)
Сертификат Минсвязи	OC/1-СДС-22	OC/1-СП-742	OC/1-СДС-40	Н/д	OC/1-СДС-54, OC/1-К-67	Н/д	Н/д	Н/д	Н/д	OC/1-СДС-71	OC/1-СП-600	Н/д	OC/1-СПД-391	Н/д	Н/д	OC/1-СП-732 (800) / СПД-242 (3600)	Н/д	Н/д
Среда передачи	Медь, оптоволокно		Медь, оптоволокно, радиолитии				Медь, радиолитии	Медь, оптоволокно	Медь	Медь, оптоволокно, радиолитии			Н/д	Медь		Медь, оптоволокно		Медь
Сетевые топологии	Точка-точка, кольцо, звезда	Точка-точка, кольцо	Точка-точка, цепь, каскадирование, звезда, кольцо	Точка-точка, кольцо, звезда	Точка-точка	Цепь, дерево, звезда, кольцо с ответвлениями, касательные и пересекающиеся кольца	Точка-точка	Точка-точка, звезда, кольцо	Точка-точка, звезда, добавление выделенных каналов, кольцо	Точка-точка, звезда, концентратор, ввод/вывод, кольцо	Точка-точка, кольцо	Н/д	Точка-точка		Точка-точка, звезда, каскадирование		Н/д	
Стык с ТфОП																		
V 5.x	-	V 5.1, 5.2	V 5.1, 5.2	V 5.2	V 5.1, 5.2	V 5.1, 5.2	-	V 5.2	V 5.1, 5.2	V 5.1, 5.2	V 5.1, 5.2	V 5.2	-	V 5.1, 5.2	V 5.2	-	V 5.2	V 5.1/5.2
GR.303	-	+	-	Н/д	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRI	-	Н/д	-	Н/д	+	-	Н/д	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
PRI DSS1	-	Н/д	-	Н/д	+	-	Н/д	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Внутрифирм. 2-проводный	-	-	-	АХЕ	-	-	Н/д	-	Н/д	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Интерфейс с сетью ПД																		
ATM	+	PDH, SDH	+	+	+	+	-	+	PDH, SDH	-	-	+	-	+	-	-	-	+
Frame Relay	-	+	-	-	-	+	-	-	PDH	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Ethernet	-	-	-	-	10/100 Base-T	-	10/100 Base-T/TX	100 Base-T	100 Base-T	10/100 Base-T	10/100 Base-T	-	10/100 Base-T	-	10/100 Base-T	-	-	100/1000 Base-T
Абонентские интерфейсы																		
POTS																		
ISDN	+	BRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	PRI	BRI, PRI	BRI, PRI	-	BRI	BRI
Аналоговая выделенная линия	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
Беспроводный доступ	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Ethernet	10/100 Base-T	10 Base-T	Fast Ethernet	10/100 Base-T	10 Base-T	10 Base-T	10/100 Base-T/TX	10/100 Base-T	10/100 Base-T	10 Base-T	10 Base-T	10 Base-T (10/100 Base-T при установке доп. оборуд.)	10/100 Base-T	+	+	-	-	10 Base-T
Технологии xDSL	HDSL, ADSL, UDSL, G.SHDSL	ADSL, VDSL, HDSL	ADSL, HDSL, SHDSL, VDSL	SHDSL, HDSL, ADSL	SHDSL	ADSL, VDSL, SHDSL	-	ADSL, SHDSL, VDSL	ADSL, UDSL, VDSL, HDSL, SDSL	SHDSL, IDSL, VDSL, ADSL	SDSL, ADSL, HDSL	ADSL	-	ADSL, G.SHDSL	ADSL, UDSL	IDSL, SDSL, SHDSL	HDSL, G.SHDSL	G.SHDSL
Услуги пользователя																		
VoIP	Н/д	Планируется	+	Н/д	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Nx64 кбит/с	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	Н/д	-	+	+	-