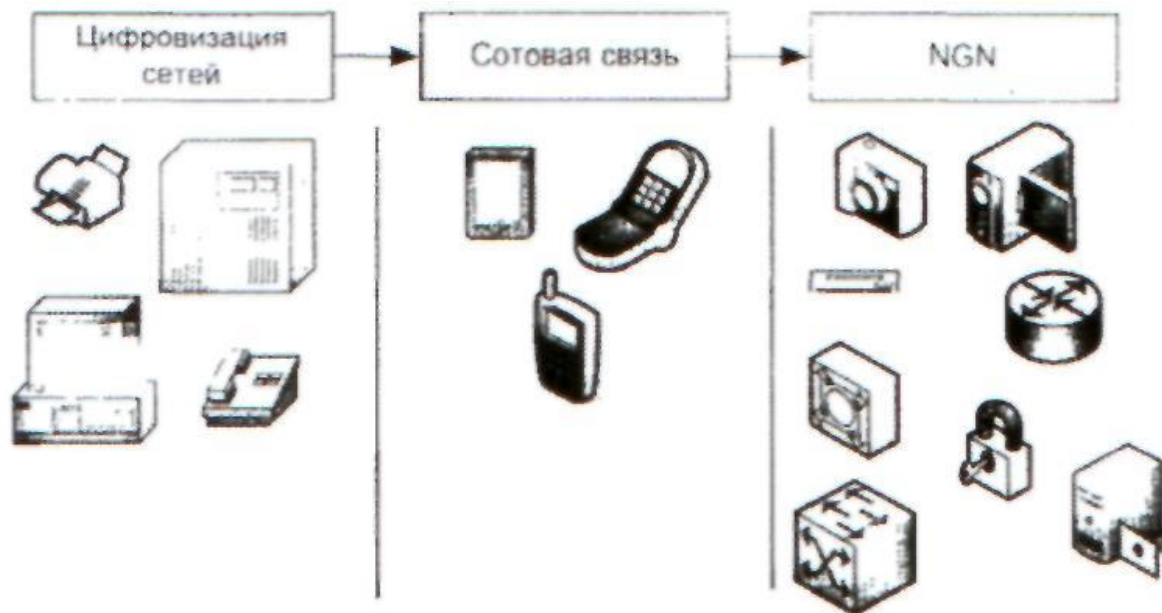


- Общие сведения
- о технологии ADSL/ADSL2+

- Прежде чем подвергать глубокому анализу технологию асимметричных цифровых абонентских линий ADSL/ADSL2+ с точки зрения принципов их диагностики, следует рассмотреть ту историческую арену, на которой эта технология появилась и развивается в настоящее время. Современная ситуация развития телекоммуникаций может быть охарактеризована как период очень бурной научно-технической революции (НТР), связанной с усиленной «интернетизацией» общества. Вообще, мировые телекоммуникации пережили уже две научно-технических революции в области систем связи



- Первая революция в области телекоммуникаций имела чисто технологическое значение и была связана с переходом от аналоговых принципов передачи и коммутации к цифровым принципам. Начавшись во всем мире в 60-х годах прошлого века, уже к 90-м она привела к появлению совершенно новых технологий. Особенностью первой революции явилось то, что до самого последнего момента она не захватывала всего общества и проходила в рамках отрасли телекоммуникаций.
- Вторая революция была обусловлена появлением систем сотовой связи. От первой революции ее отличило то, что она охватила всю человеческую цивилизацию. Идея того, что в любом месте и в любое время два человека могут связаться друг с другом оказалась настолько привлекательной, что сотовая связь стала одной из нематериальных ценностей общества. Такая глубокая поддержка населения не могла не привести к бурному течению новой революции. В качестве ее результата в настоящее время процент «сотовизации» сетей многих европейских стран значительно превосходит покрытие услугами проводной «классической» связи.

- Третья революция, которая уже началась и постепенно набирает ход,- это переход к глобальному информационному обществу. Она в корне отличается от первой и второй революции тем, что не только охватывает все общество, но и изменяет основы его устройства, меняя вообще ориентиры, ценности. Возникает необходимость модернизировать все современные системы связи: от магистральных сетей до конечного терминала. В мировой и отечественной практике новая революция получила название сетей нового поколения (Next Generation Networks, NGN).
- Исходя из вышеизложенного уже сейчас можно предполагать, что новая революция NGN будет масштабнее и существеннее по последствиям для облика систем связи, чем две предыдущих.
- Едва появившись на горизонте, революция NGN начала изменять все существующие технологии: от технологии передачи данных до систем сотовой связи. Под новые требования начали подстраиваться все технологии, и вот уже следует говорить не про SDH, а про NGSDH, не про АТС, а про NGPABX и т.д.
- NG становится в последнее время очень емкой и модной приставкой, появляющейся тут и там в совершенно разных контекстах. Это обусловлено самой революционной ситуацией, когда под NGN понимаются совершенно разные подходы, решения, оборудование, но все они едины в главном - в эру NGN данные оказываются важнее голоса, коммутация пакетов и пакетный трафик оказывается важнее, чем голосовой (трафик TDM). Революционный переход от голосового трафика к трафику передачи данных и составляет основу идеологии NGN.

- **Сети доступа должны либо создаваться заново, либо использовать имеющиеся ресурсы. И если транспортную сеть оператор может строить, как хочет, то сети доступа в современных революционных условиях он вынужден строить, как может. Если есть провода следует использовать провода (xDSL). Нет проводов - можно прокладывать волокно до пользователя (FTTx). Нет возможности проложить волокно - можно использовать радиодоступ (Wi-Fi, WiMAX, WLL и пр.). Нельзя разместить базовую станцию радиодоступа - можно использовать ресурсы сотовых сетей (GPRS, 3G, WCDMA и пр.). Именно поэтому в области технологий доступа богатство технических решений намного превосходит технологии транспортных сетей.**

- **ADSL — это технология передачи данных, позволяющая одновременно использовать обычную телефонную линию одновременно для телефона и для скоростного Интернета.**
- **Телефонный и ADSL-канал не влияют друг на друга. Можно одновременно загружать страницы, получать почту и разговаривать по телефону. Максимальная скорость ADSL-канала — до 8 Мбит/с!**

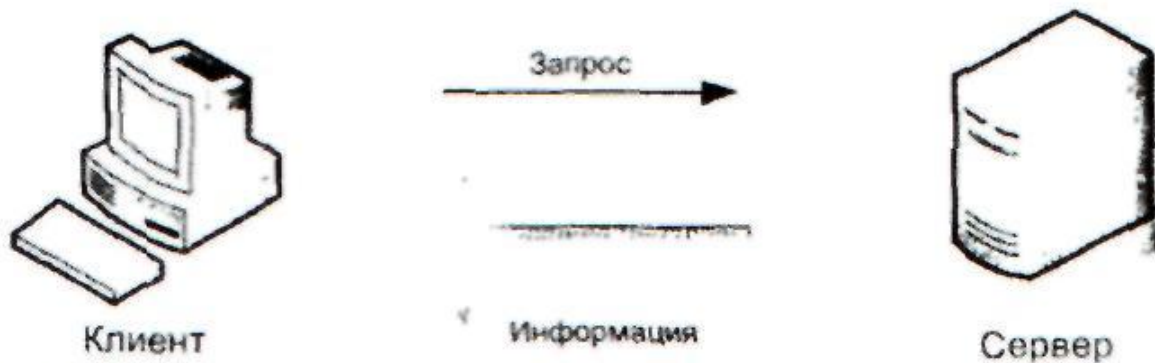
Аббревиатура ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) расшифровывается как "Асимметричная цифровая абонентская линия", что подчеркивает изначально заложенное в этой технологии различие скоростей обмена в направлениях к абоненту и обратно.

Асимметричность ADSL, по своей сути, подразумевает передачу больших объемов информации к абоненту (видео, массивы данных, программы) и небольших объемов от абонента (в основном команды и запросы).

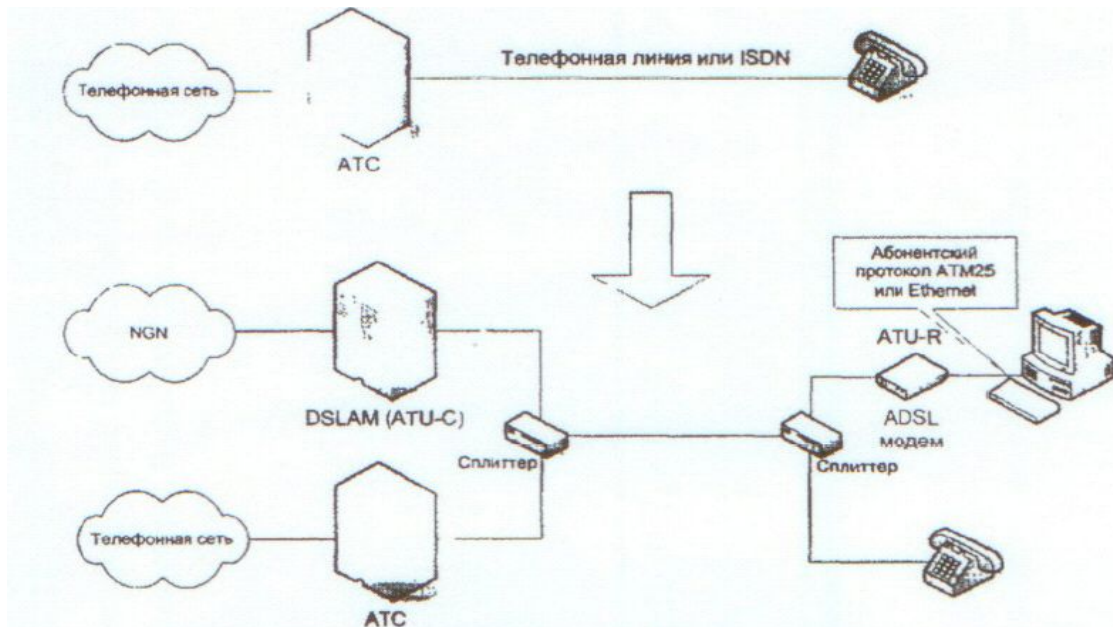
Оборудование ADSL, размещенное на АТС, и абонентский ADSL-модем, подключаемые к обоим концам *телефонной линии*, образуют три канала:

- **высокоскоростной канал передачи данных из сети в компьютер (скорость - от 32Кбит/с до 8Мб/с);**
- **скоростной канал передачи данных из компьютера в сеть (скорость - от 32Кбит/с до 1,5Мб/с);**
- **простой канал телефонной связи, по которому передаются обычные телефонные разговоры.**

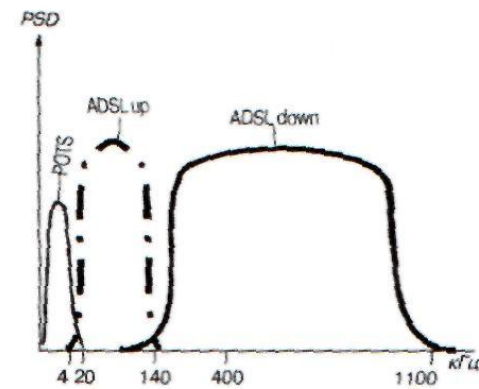
- Согласно названию технология ADSL представляет собой асимметричную технологию доступа.
- Асимметричность обмена данными происходит в современных сетях от философии «клиент-сервер». Эта философия родилась из очень простой идеи. Сеть NGN - это сеть связи «компьютер - компьютер». Если компьютеры равноправны, то и трафиковый обмен в связи «компьютер-компьютер» является симметричным, и эта философия породила много симметричных технологий широкополосного доступа (HDSL, SHDSL, G.SHDSL и FTTB). Но между компьютером и другим компьютером находится транспортная сеть, в которой содержится много полезной для пользователя информации. Следовательно, возможно не только создавать сеть для связей «компьютер-компьютер», но и для связей «компьютер-сеть» или, более точно, «компьютер-сервер». Если же компьютер подключается к сети не просто для обмена данными с другим таким же компьютером, а для того, чтобы использовать информационные ресурсы сети, тогда трафиковый обмен становится асимметричным. Оконечный пользователь превращается в потребителя информации, а оператор в поставщика такой информации. Обмен данными становится сильно асимметричным. Пользователь посылает только запросы на дополнительную информацию, а сервер передает ему запрашиваемые данные. Эта философия оказалась настолько плодотворной, что идеология «клиент-сервер» в настоящее время доминирует в современных системах NGN. Бурное развитие услуг Интернет и широкополосных услуг операторов NGN привело постепенно к тому, что трафик от услуг «клиент-сервер» существенно превысил уровень трафика равноправного обмена между компьютерами. В результате асимметричная концепция абонентского доступа оказалась более перспективной, и это стало одной из причин победы ADSL на мировом рынке технологий доступа.



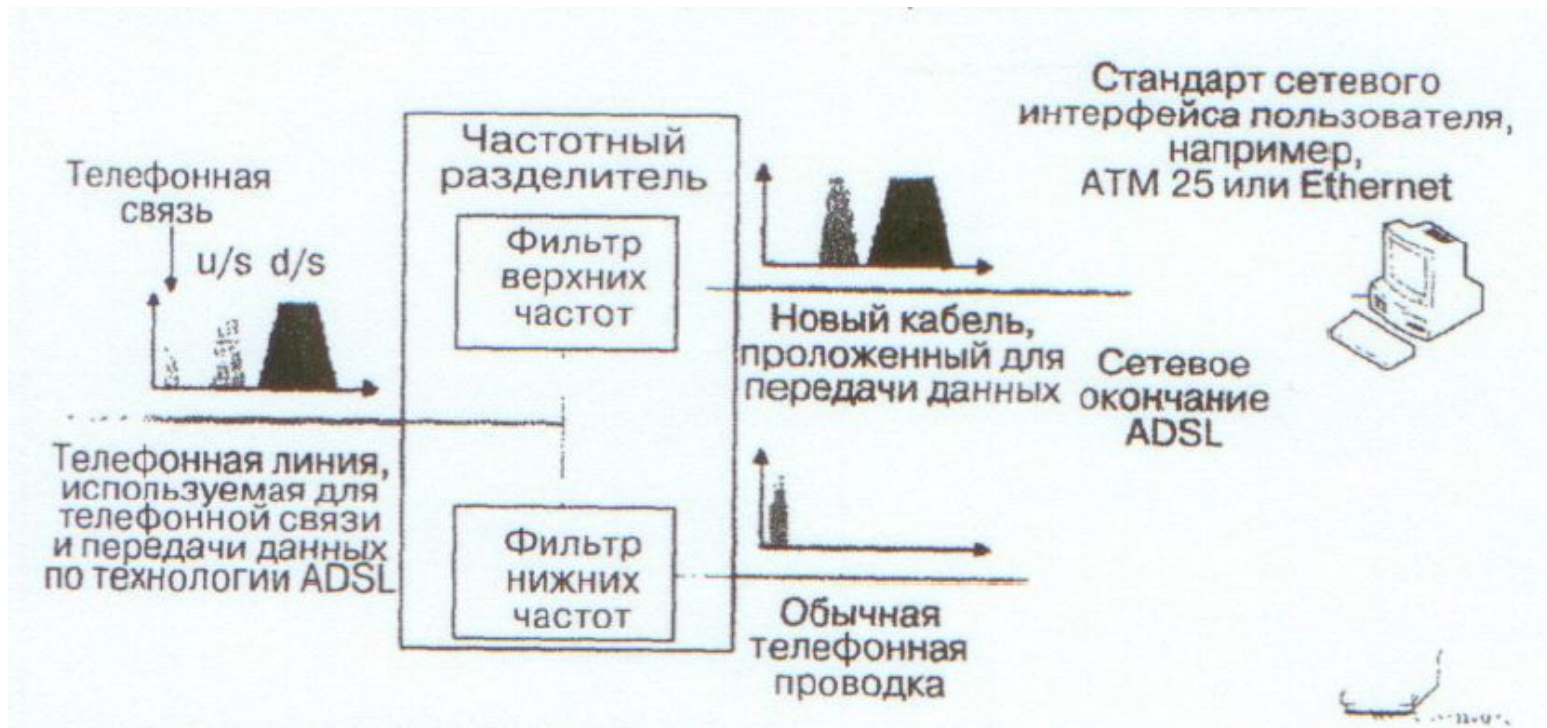
- Технология ADSL базируется на идее использовать существующую абонентскую телефонную линию для обеспечения абонентов услугами широкополосного доступа. При этом в технологию были заложены некоторые основополагающие принципы
- 1. В технологии предусмотрена организация асимметричного обмена данными.
- 2. При внедрении ADSL объем работ должен быть минимальным, поскольку технология ADSL изначально ориентирована на массовое внедрение этой технологии.
- 3. При любых нарушениях в оборудовании или сети NGN традиционная телефонная связь должна работать.
- 4. В технологии используются существующие абонентские линии телефонной сети, в каком бы состоянии они не были.
- На этих основаниях выросла вся структура технологии ADSL. На рис представлен процесс миграции обычной телефонной линии в систему абонентского широкополосного доступа ADSL.



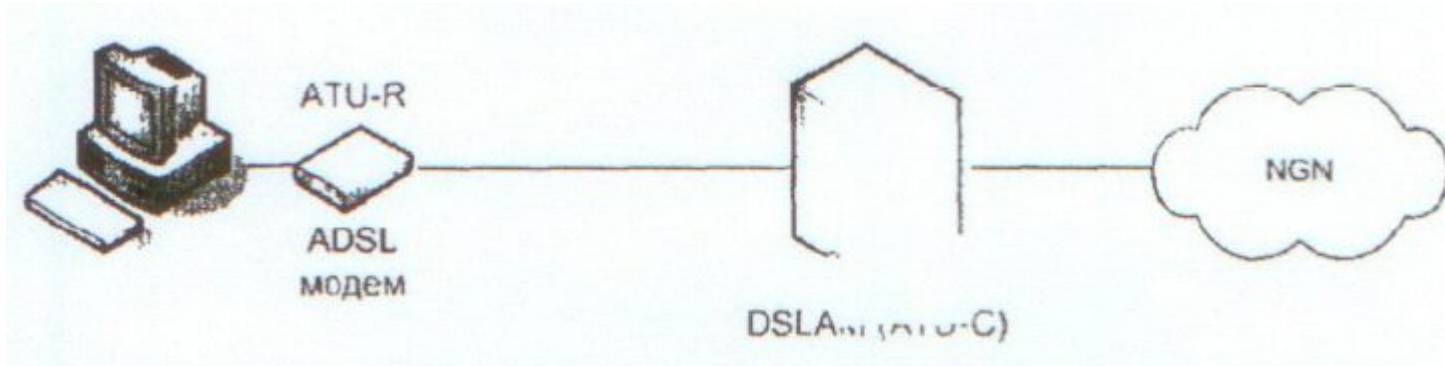
- В основе типовой схемы абонентского подключения лежит использование принципа частотного разделения. Весь сигнал, передаваемый по абонентской линии, делится в частотном диапазоне на три части:
- диапазон передачи сигналов традиционной телефонии (POTS);
- диапазон для ADSL линия вверх (ADSL up);
- диапазон для ADSL линия вниз (ADSL down).
- Асимметричный обмен предусматривает, что скорость передачи данных от абонента к узлу сети (линия вверх) будет заведомо меньше, чем скорость передачи от узла сети к абоненту (линия вниз). Поэтому для передачи данных по линии вверх отводится меньший частотный диапазон в телефонном канале. Технология ADSL занимает общий диапазон до 1,1 МГц.
- Показано «три горба» сигналов ADSL для случая, когда эта технология внедряется на обычной телефонной линии. В таком случае телефонный сигнал занимает диапазон от 0,3 до 20 кГц, ADSL по линии вверх диапазон от 30 кГц до 140 кГц, а сигнал ADSL по линии вниз - от 140 до 1100 кГц.
- Для обеспечения частотного разделения сигналов по обеим сторонам бывшей телефонной линии устанавливаются разветвители сигнала (сплиттеры), которые выполняют функции разделения между цепями телефонии и широкополосного доступа ADSL. Телефонная связь (или связь ISDN) передается, как и раньше, в своем частотном диапазоне. В зависимости от того, являлась ли абонентская линия линией обычной телефонной сети или линией ISDN, различаются два стандарта ADSL.
- В случае использования обычной телефонной линии телефонная связь передается в диапазоне от 300 до 3400 Гц, ADSL занимает частоты, начиная с 30 кГц.
- В случае использования линии ISDN данные ISDN передаются в диапазоне до 80 кГц, а ADSL занимает частоты, начиная со 138 кГц.



- Сплиттеры представляют собой пассивные элементы, сделанные на основе двух фильтров; фильтра высоких частот (ФВЧ) и фильтра низких частот (ФНЧ). Их основное назначение - обеспечить разделение трафика ADSL и трафика традиционной телефонии/ISDN. Как следует из рисунка, сплиттеры не требуют для своей работы питания, так как представляют собой пассивные элементы. Поэтому даже в условиях отключения питания на стороне пользователя телефонная связь продолжает работать без сбоев.



- Рассмотрим элементы, добавляемые к абонентскому подключению для обеспечения широкополосного доступа со стационарной стороны добавляется оборудование DSLAM (DSL Access Multiplexer - мультиплексор доступа DSL), выполняющее функции преобразования сигналов ADSL в ячейки ATM, которые затем передаются в сеть. Такое название происходит от понятия трансивера ADSL (ADSL Transceiver Unit, ATU).
- Трансивер представляет собой объединение передатчика и приемника. Можно перевести понятие трансивер как приемо-передатчик
- Если ATU находится на стационарной стороне (в английской аббревиатуре - CO), то оно называется ATU-C. На стороне клиента находится модем ADSL, который преобразует данные от пользователя в формат кадров ADSL. Это устройство еще называют ATU-R (от Remote - удаленный модуль).
- Для дальнейшего изложения принципов контроля и эксплуатации удобно отказаться от рассмотрения цепи телефонной связи и представить типовое подключение ADSL в виде только цепи широкополосного доступа. Это представление широко использовать в дальнейшем, не ограничивая общности исследования.



- **ADSL2, ADSL2+ и READSL2 - это всего лишь составная часть мира разнообразных решений в области сетей доступа. Но часть существенная. В настоящее время насчитывается около 700 млн установленных телефонных пар. Это огромное хозяйство, развитием которого телекоммуникационная индустрия занималась более 100 лет, затрачивая огромные ресурсы и силы. И просто так отказаться от его использования по причине развития волоконно-оптических технологий и концепции NGN - это безумие. Поэтому самым простым и экономичным методом организации широкополосного доступа является адаптация существующего абонентского кабельного хозяйства для целей сети доступа NGN. Развитие мировой технологии в этом направлении привело к появлению в Северной Америке (1992 г.) технологии ADSL, которая в современном мире стала доминирующей среди прочих технологий цифрового доступа. Настоящее время технология ADSL - самая распространенная технология для обеспечения широкополосного абонентского доступа в мире. Вне зависимости от особенностей технологии ADSL или специфики ее исторического развития эта технология победила в конкурентной борьбе.**

- Преобразование данных в различных протоколах от компьютера (CPE') до сервера Интернет-провайдера (ISP2), основываясь на том факте, что широкополосный доступ создается в первую очередь для активной работы пользователя в сети Интернет. На рисунке показана вся цепочка различных устройств, участвующих в процессе передачи данных и наиболее частая схема взаимодействия по уровням протоколов.
- Данные пользователя передаются в виде запросов протокола верхнего уровня HTTP, который применяется в Интернете. Для передачи данных кадры HTTP упаковываются в транспортные кадры TCP/IP и передаются на модем ADSL. Для этого могут использоваться различные интерфейсы обмена, наиболее часто - Ethernet или USB.
- Ключевая роль модема ADSL состоит в том, чтобы преобразовать данные пользователя в формат, удобный для передачи через ADSL. Модем не работает с данными верхних уровней, для него существуют только кадры TCP/IP. Для передачи кадров по цепи абонентского доступа модем формирует 4-уровневую структуру ADSL, включающую физический уровень протокола ADSL, канальный уровень на основе ATM, уровень PPP для контроля связности канала в режиме «точка-точка» и собственно TCP/IP

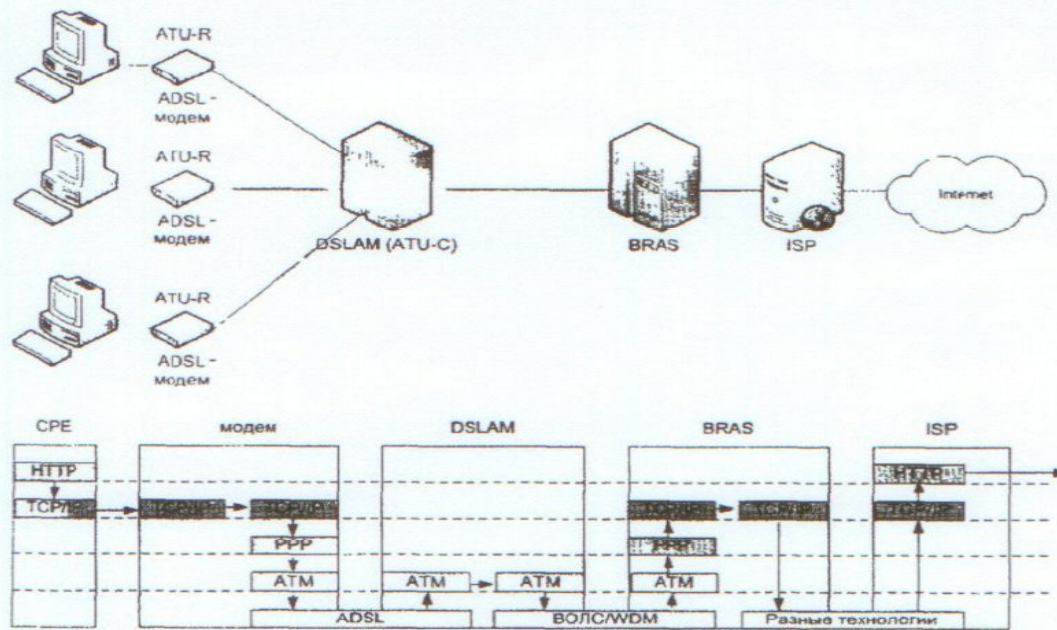


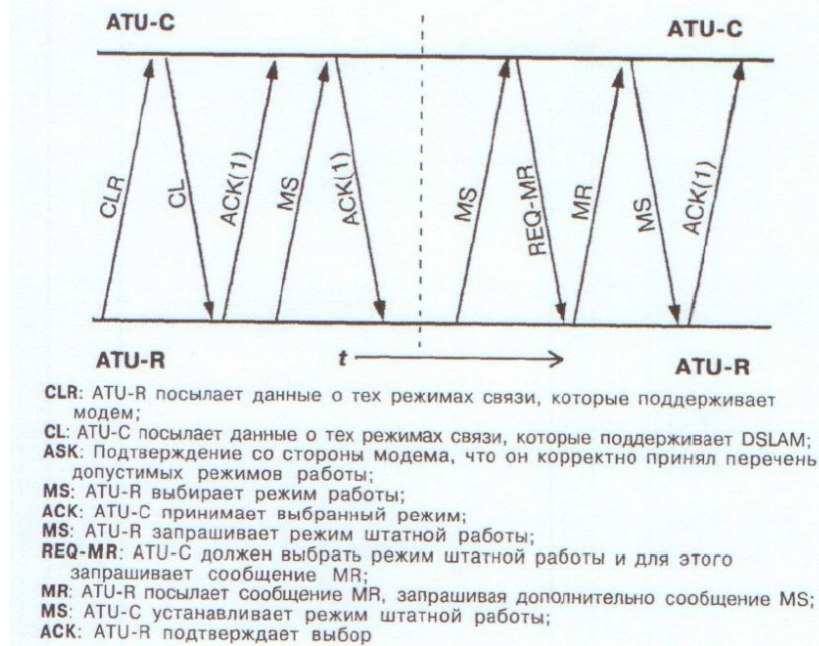
Рис.1.10. Полная схема подключений в ADSL

CPE – Customer Premise Equipment – оборудование оконечного пользователя
 ISP - Internet Service Provider – оператор услуг Интернет, или Интернет-провайдер

- Применение в канале DSLAM-модем системы сигнализации, обеспечивающей установление связи и настройку параметров соединения. В стандартах ADSL этот процесс называется инициацией услуги.
- На рисунке представлены основные фазы установления соединения. При подключении модема к DSLAM происходит процесс активизации системы широкополосного доступа через следующие четыре стадии.
- Этап предварительного обмена данными («рукопожатие»).
- Этап диагностики соединения (training).
- Этап диагностики канала обмена данными.
- Штатная работа системы абонентского широкополосного доступа.



• Предварительный обмен данными, который условно называют «рукопожатием» (Handshaking), представляет собой начальную стадию подготовки к сигнальному обмену. На этой стадии используется более простая, чем DMT модуляция - дифференциальная фазовая модуляция DPSK, за счет чего обмен данными на физическом уровне оказывается максимально устойчивым. Дополнительную устойчивость дает использование специальной цикловой структуры, позволяющей диагностировать ошибки в процессе передачи. Основной целью сигнального обмена на этой стадии является определение принципиальной возможности установления соединения ADSL и режима работы обоих устройств. Схема сигнального обмена представлена схематично на рисунке, где указаны также основные сигналы обмена без излишней детализации. В ходе сигнального обмена проверяется совместимость между DSLAM и модемом, поскольку в общем случае они могут быть произведены разными компаниями и опираться на разные принципы работы. После диагностики совместимости оба устройства определяют режим, в котором они будут работать в процессе обмена данными.



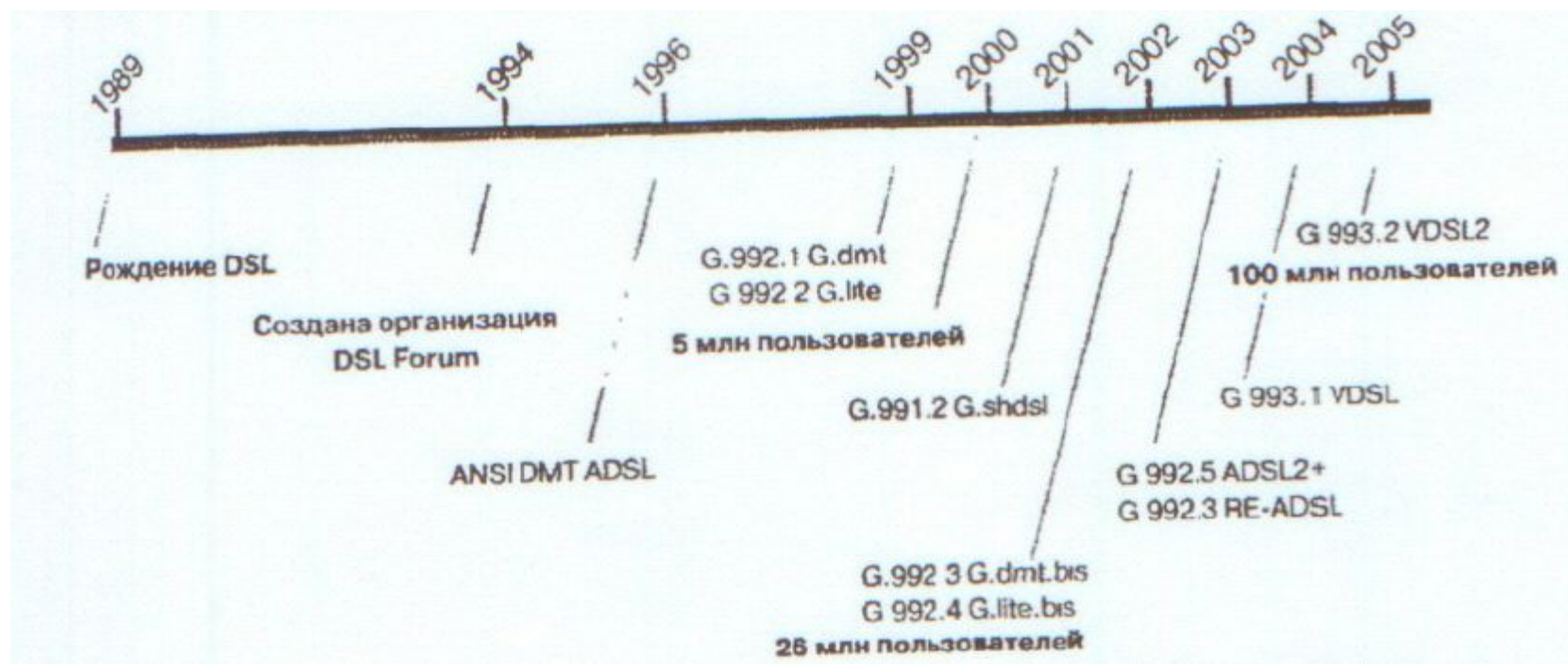
- Этап **диагностики соединения** - очень важное изобретение технологии ADSL, которая уже на ранних стадиях своего развития использовала принцип адаптации процесса цифровой передачи данных к параметрам качества абонентской пары. В процессе диагностики соединения выполняется настройка эквалайзеров и эхокомпенсаторов трансиверов ADSL модема и DSLAM. За счет этого пара устройств адаптируется к параметрам конкретной линии, предсказать которые в общем случае оператор не может.
- Всего в процессе диагностики соединения решаются следующие задачи.
- - Измеряется мощность сигнала по линии вверх и в результате настраивается уровень мощности передатчика по линии вниз.
- - Настраиваются режимы цепи управления генерации сигнала AGC (Automatic gain control).
- - Настраиваются режимы эхокомпенсации.
- - Настраиваются параметры эквалайзеров.
- Наиболее интересным для практического понимания технологии ADSL является этап **диагностики параметров канала**. Именно на этом этапе пара модем-DSLAM тестирует параметры среды передачи, определяет уровень отношения сигнал/шум (SNR) на каждой частоте, устанавливает уровни передачи на каждой несущей, анализирует возможности передачи информации на каждой несущей и устанавливает параметры кодирования (кодирование Треллиса) для каждой несущей.
- Для выполнения всех перечисленных функций используются цикловая структура и специальные сигналы, позволяющие последовательно диагностировать параметры линии. По совокупности всех несущих DSLAM и модем «договариваются» о максимальной скорости цифрового обмена данными по линии вверх и вниз.
- После этапа диагностики параметров канала процесс инициации услуги завершается, в ходе процесса инициации происходит - адаптация режима широкополосной передачи к любым (потенциально любым) параметрам абонентской пары.
- Внешне процесс инициации не кажется пользователю таким сложным. После подключения модема ADSL к абонентской линии он некоторое время находится в режиме ожидания. Сторонний пользователь в таком случае совершенно не догадывается, какая титаническая работа проводится в это время парой DSLAM-модем. Затем приветственный цвет зеленой лампочки показывает, что инициация услуги прошла успешно. Теперь для обеспечения обмена данными необходимо выполнить установки на уровнях выше уровня ADSL - на уровнях ATM, PPP, IP, HTTP и пр.

Стандарты ADSL

- В таблице приведены соответствующие стандарты (Рекомендации ITU-T) для технологии ADSL, ее развитии ADSL2+, READSL и пр. и связанными с нею VDSL и VDSL2.

Технология	ITU-T	Название	Год выпуска	Максимальная скорость передачи
ADSL	G.992.1	G.dmt	1999	7 Мбит/с вниз, 800 кбит/с вверх
ADSL2	G.992.3	G.dmt.bis	2002	8 Мбит/с вниз, 1 Мбит/с вверх
ADSL2plus	G.992.5	ADSL2plus	2003	24 Мбит/с вниз, 1 Мбит/с вверх
ADSL2-RE	G. 992.3	Reach Extended	2003	8 Мбит/с вниз, 1 Мбит/с вверх
SHDSL	G.991.2	G.SHDSL	2001	5,6 Мбит/с вверх/вниз
VDSL	G.993.1	Very-high-data-rate DSL	2004	55 Мбит/с вниз, 15 Мбит/с вверх
VDSL2	G 993 2	Very-high-data-rate DSL 2	2005	100 Мбит/с вверх/вниз

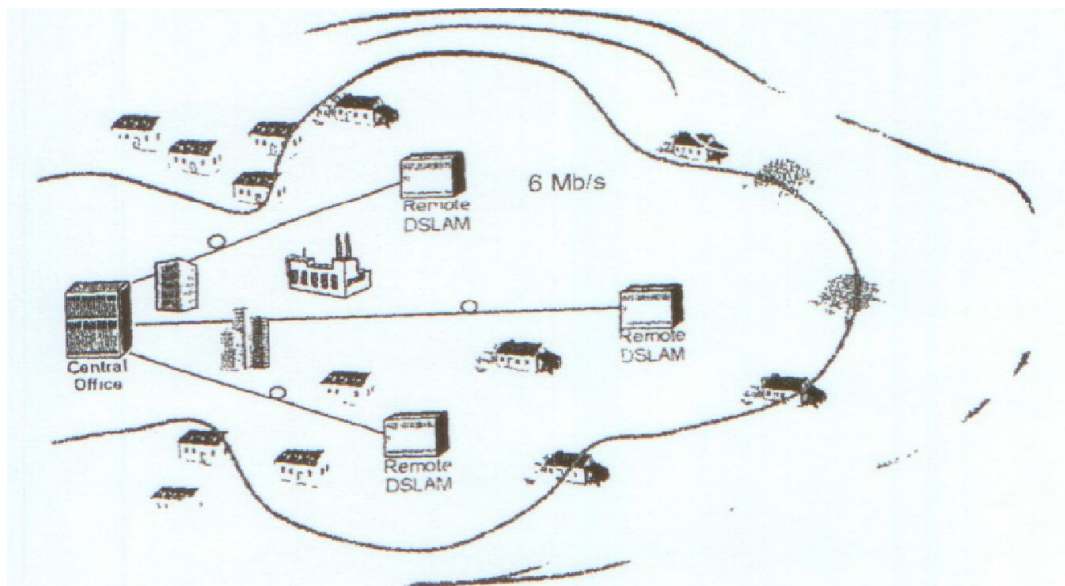
- Исторический срез развития технологии ADSL приведен на рисунке. Здесь же представлены оценки о количестве пользователей DSL в мире. Большая часть их «пользователи ADSL/ADSL2+». Как видно из рисунка, технология ADSL оказывается очень эффективной и имеет высокую динамику роста.



- Влияние параметров кабельной сети и проблема покрытия услугами ADSL

- **Технология ADSL изначально ориентировалась на принцип использования существующих абонентских кабельных систем операторов для предоставления услуг широкополосного доступа. Как следствие, основным преимуществом ADSL является то, что для данной технологии максимально облегчен процесс миграции телефонных пользователей в пользователи ADSL.**
- **Но преимущество в части развития технологии оборачивается объективными трудностями технической реализации. Абонентские кабельные системы операторов создавались более 100 лет в разных технологических и исторических условиях. По этой причине параметры абонентской кабельной сети каждого оператора являются индивидуальными, а разброс в параметрах абонентских пар слишком велик для того, чтобы можно было гарантировать качество передачи информации без функций динамической подстройки.**
- **Таким образом, параметры качества кабельной системы представляются наиболее критичными для функционирования ADSL и выступают слабым звеном этой технологии.**
- **Функции адаптивной подстройки ADSL к параметрам кабельной сети приводят к интересному эффекту, который отличает технологию ADSL от других, например от HDSL. В случае ухудшения параметров абонентской пары в сформированном канале обмена данными не увеличивается параметр ошибок, как в системах TDM или HDSL. Вместо этого сама скорость обмена уменьшается, тогда как параметры качества передачи данных остаются прежними. Чем хуже параметры абонентской пары, тем меньшую скорость оператор может предоставить пользователю. Существует даже подход, когда максимальную скорость в канале ADSL при заданной длине пары считают ресурсом, а потом оценивают потери ресурса из-за различных влияний на параметры кабеля.**

- Существует также и объективное уменьшение скорости передачи данных в ADSL по мере удаления пользователя от DSLAM. Действительно, чем короче абонентская пара, тем большую скорость обмена данными можно реализовать в ней. По мере удаления от DSLAM уменьшается скорость обмена. В результате оператор может говорить о зонах покрытия услугами ADSL разного качества абонентской сети оператора. В приведенном примере в центральной области сети могут предоставляться услуги ADSL со скоростью обмена по линии вниз более 6 Мбит/с, далее идет область, где предельным значением будет 5 Мбит/с, затем 4 Мбит/с. Для того, чтобы в технологии ADSL изменить зону покрытия услугами следует приблизить DSLAM к потенциальным пользователям, что также представлено, где показаны несколько удаленных DSLAM, соединенных с узлами связи по оптоволоконным каналам связи.
- Следует отметить, что зона покрытия сети услугами ADSL представляет собой оценку по средним расчетным параметрам качества. На каждом конкретном кабеле достижимая скорость передачи может быть существенно меньше расчетной. Кроме того, расчет максимальной скорости передачи не учитывает индивидуальных влияний на пару со стороны системы связи или внешних факторов.



- Факторы, определяющие параметры качества соединений в ADSL

- можно выделить две группы факторов влияния на параметры качества ADSL.
- Влияние со стороны пары модем-DSLAM.
- Влияние параметров абонентской кабельной пары.

- Принципы работы пары модем-DSLAM показывают, что параметры таких устройств могут оказывать влияние на общие параметры качества доступа ADSL. Здесь сказывается несколько факторов.
- - Технология ADSL предусматривает технологическую независимость параметров DSLAM и модема, эти устройства могут быть разного производства. Любые варианты нестыковки в паре модем-DSLAM должны сказываться на качестве доступа ADSL.
- - Фактор нестыковки на уровне «рукопожатия» может проявиться в том, что модем и DSLAM могут установить не самый эффективный режим работы и обмена данными.
- - На уровне диагностики соединения фактор нестыковки может привести к неправильной настройке эквалайзеров и эхокомпенсаторов, что скажется на параметрах скорости передачи. Здесь же может присутствовать фактор нарушения в работе только одного устройства. Например, сама процедура настройки эхокомпенсатора в модеме может оказаться некорректной и могут возникнуть нарушения. Аналогичные нарушения могут быть вызваны некорректной работой процедур выравнивания уровня сигнала в DSLAM. Аналогично проблемы могут быть обусловлены нестыковкой на уровне диагностики канала. Здесь нарушения в процессе согласования схем кодирования и любые сбои в работе алгоритмов диагностики SNR могут привести к ухудшению качества подключения ADSL.

. Влияние параметров абонентской линии

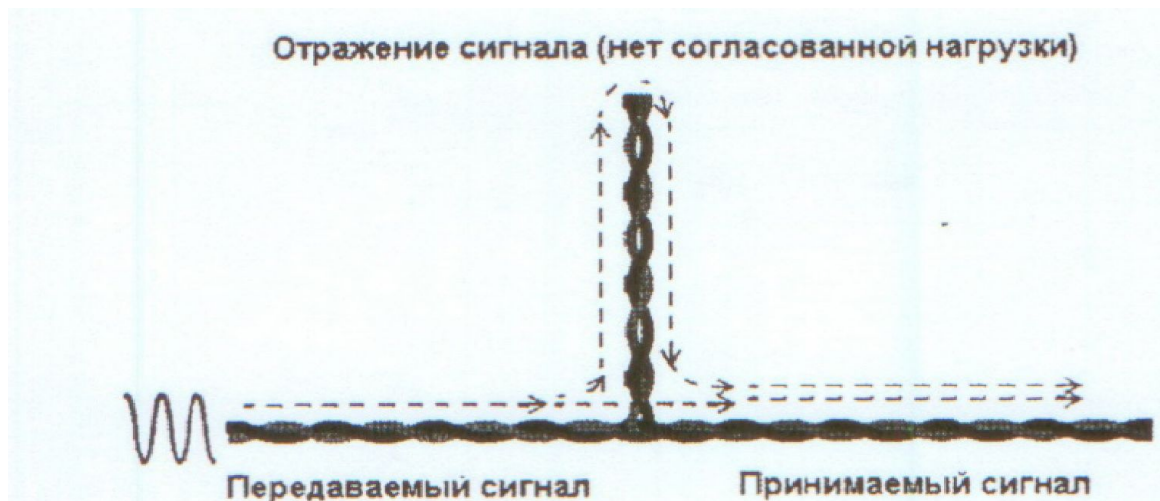
- Начнем с общих (или базовых) параметров абонентских кабелей. К ним относятся все те параметры, которые исторически использовались для паспортизации кабельной системы оператора. Можно утверждать, что это группа параметров и методов их анализа, одинаковая для любых абонентских кабелей, несмотря на их тип и способ использования. Действительно, если есть металлический кабель, то он имеет сопротивление, емкость, параметры изоляции, и все перечисленные параметры не зависят от того, с какой целью кабель проложен. Он может использоваться для обычной телефонной связи, для ADSL, для системы радиофикации. И для всех приложений необходим определенный набор параметров, позволяющих судить о качестве абонентской пары. Именно поэтому такие параметры называются базовыми.
- Базовые параметры абонентской пары полностью описаны в нормативных документах и хорошо известны. К основным базовым параметрам можно отнести:
 - - наличие постоянного/переменного напряжения на линии;
 - - сопротивление абонентского шлейфа;

Специализированные параметры кабеля

- Важной оказывается группа параметров, связанная непосредственно с процедурой передачи, куда входят такие параметры, как искажение сигнала, затухание сигнала, различного рода шумы и влияния на линию извне. Поскольку эта группа параметров непосредственно связана с областью применения кабеля в ADSL, они называются специализированными.
- Процедурно специализированные параметры отличаются от базовых тем, что любые измерения этих параметров всегда опираются на методики частотного тестирования линии. Согласно данным методикам для диагностики абонентского кабеля следует подать тестовый специализированный сигнал (воздействие) и анализировать качество прохождения такого сигнала по линии (отклик).
- К специализированным параметрам относятся:
 - - затухание в кабеле;
 - - шум в широкой полосе частот и отношение сигнал/шум (SNR);
 - - амплитудно-частотная характеристика (АЧХ);
 - - переходное затухание на ближнем конце (NEXT);
 - - переходное затухание на дальнем конце (FEXT);
 - - импульсные помехи;
 - - возвратные потери;
 - - симметрия пары в смысле неравномерности характеристик передачи.

Неоднородности в кабеле

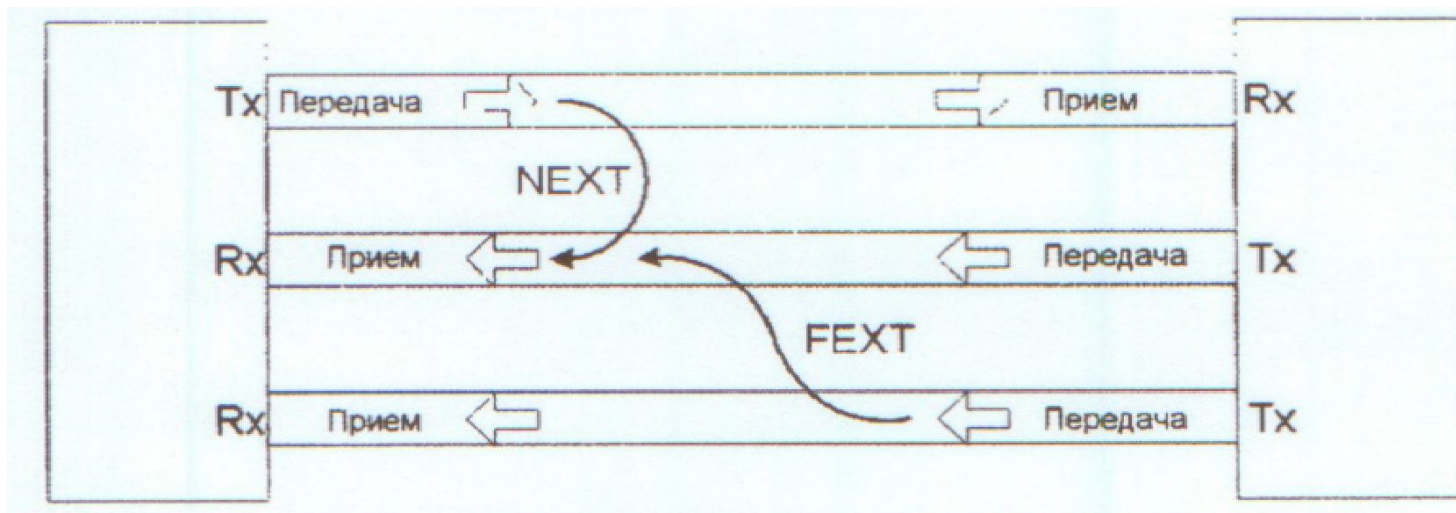
- Третий фактор, непосредственно влияющий на параметры качества ADSL на уровне абонентского кабеля, - наличие в кабеле неоднородностей. Любые неоднородности в абонентском кабеле негативно сказываются на параметрах передачи. В качестве иллюстрации процессов, происходящих в системе передачи, на рис. 1.22 показана параллельная отпайка, представляющая собой довольно частое явление на отечественной сети. В случае передачи широкополосного сигнала через параллельную отпайку передаваемый сигнал сначала разветвляется, а затем отражается от несогласованного конца отпайки. В результате на стороне приемника два сигнала - прямой и отраженный - накладываются друг на друга, причем отраженный сигнал может рассматриваться как шумовой. Поскольку шумовой сигнал в случае, изображенном на рисунке, имеет ту же структуру, что и обычный сигнал, его влияние оказывается максимальным на параметры качества передачи.



- **Уровень деструктивного влияния отраженного сигнала будет напрямую зависеть от уровня отражения на отпайке. Из теории сигналов уровень отражения будет тем выше, чем больше частота передаваемого сигнала. В результате любые системы широкополосной передачи оказываются очень чувствительными к любым неоднородностям в кабеле. В случае ADSL чувствительность к неоднородностям немного компенсируется адаптивной подстройкой пары модем-DSLAM, так что наличие отпаяек не отменяет возможность передачи. Но в случае отпайки скорость передачи ADSL резко падает.**

Переходные помехи

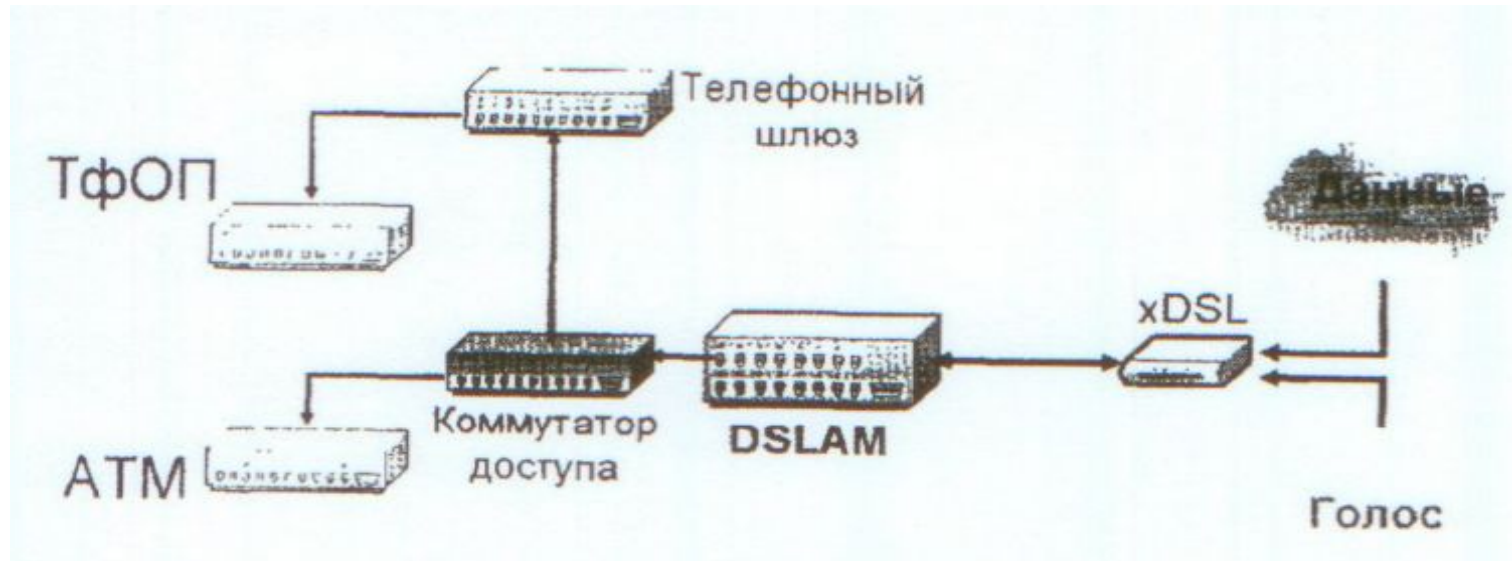
- Четвертым фактором, влияющим в кабеле на параметры передачи ADSL, выступает фактор взаимного влияния абонентских кабелей друг на друга. Методически параметры взаимного влияния получили название переходных помех, или переходного затухания. Различают два параметра переходных помех.
- - переходное затухание на ближнем конце (т.е. влияние ближнего передатчика на приемник на ближнем конце);
- - переходное затухание на дальнем конце (т.е. влияние удаленного передатчика на приемник на ближнем конце).



- Для явления переходных помех характерен фактор случайности. Например, взаимное влияние одной пары на другую может существовать потенциально, но никак не проявляться до тех пор, пока по одной паре идет телефония, а по другой ADSL. Но стоит подключить нового абонента ADSL - и это влияние может «убить» качество связи в обеих парах. То же относится к помехам от внешних источников электромагнитного излучения - в общем случае предсказать их проявление на отдельной паре невозможно.
- Можно указать в качестве наиболее важных для параметров качества ADSL следующие типы возможных переходных помех.
- Влияния абонента ADSL на другого абонента ADSL.
- Влияние радиочастот диапазона AM на ADSL.
- Влияние внешних электромагнитных помех.
- Влияние от цифровых систем передачи (E1, HDSL и пр.).
- Долгое время дискутировался вопрос о потенциальной возможности влияния ADSL на качество традиционной телефонии. Поводом для обсуждения данной темы стали жалобы абонентов традиционной телефонии на ухудшение качества связи в процессе массового внедрения ADSL. Хотя по теории применения сплиттеров влияние ADSL на телефонную сеть исключается, статистика жалоб показывала устойчивую связь между уровнем внедрения ADSL и количеством жалоб. Специальные исследования показали, что переходных помех между телефонной сетью и ADSL действительно нет, а жалобы обусловлены в большей степени деятельностью самих операторов. Для более качественного предоставления услуг ADSL операторы осуществляли коммутацию пар, так что пользователь ADSL получал лучшую по качеству пару, тогда как обычный телефонный абонент получал пару хуже, что и приводило к оценке негативной роли ADSL.

- Технология VoDSL

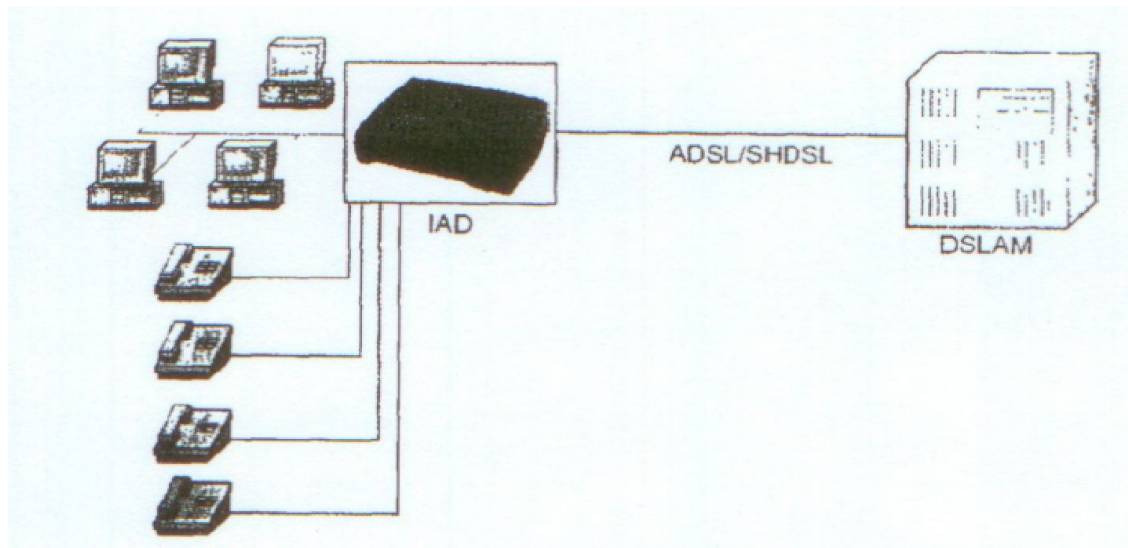
- Новое по отношению к традиционным услугам ADSL приложение связано с развитием технологии передачи голоса в пакетных сетях (Voice over IP, VoIP). В настоящее время VoIP получила очень широкое распространение. В качестве примера можно привести услугу skype, которой широко пользуется уже более 5 млн абонентов во всем мире.
- Если существует потенциальная возможность передачи голоса поверх данных, то еще одним приложением ADSL может стать предоставление услуг VoIP. Такую услугу можно назвать передачей голоса поверх ADSL, или VoDSL. Схема услуги представлена на рисунке. На стороне пользователя к модему ADSL подключаются не только компьютер, но и VoIP-телефон. Со стационарной стороны после DSLAM ставится коммутатор доступа (BRAS), который выделяет трафик VoIP и передает его на телефонный шлюз VoIP/PSTN, так что трафик VoIP преобразуется в обычный телефонный трафик и уходит в сети общего пользования



- Если мы рассматриваем индивидуальное подключение абонента, то предлагаемая схема по сути означает добавление в квартире к обычному телефону еще одного телефона VoIP. Такая услуга может быть широко востребована. Более того, если оператор не предоставляет услугу дополнительного VoIP-телефона, абонент может легко уйти в тот же skype и использовать свой компьютер в качестве телефона VoIP. Это становится возможным, поскольку между коммутатором доступа (BRAS) и DSLAM может быть несколько метров и несколько тысяч километров. Если клиент сети ADSL является довольно современным пользователем услуг NGN, он может у себя дома организовать даже несколько телефонов по разным технологиям: традиционный телефон, VoIP-телефон от оператора и skype-телефон через оператора Интернета. Затем абонент всегда может выбрать, через какой телефон ему выгоднее позвонить. Это хорошая иллюстрация демократичности NGN в части услуг.

- Устройства интегрального доступа и коллективное использование ADSL

- Рассмотренные выше услуги VoDSL имеют еще одно интересное применение, а именно возможность коллективного использования одного ADSL-подключения. Как было показано выше, современные технологии VoIP позволяют установить на стороне пользователя ADSL дополнительный телефон. Но никто не запрещает вместо одного телефона подключить несколько телефонов VoIP, а вместо одного компьютера составить локальную сеть. В таком случае мы получаем целую сеть для небольшого офиса на одной ADSL



- Такой подход к использованию ADSL обещает большие перспективы этой технологии. Например, небольшая компания снимает новый офис и традиционно задается вопросом, каким образом обеспечить связь с внешним миром. Если офисное помещение было до этого квартирой, то в ней есть только один телефон. И вот тогда на помощь может прийти решение по ADSL. Достаточно подключиться к единственной паре ADSL, как в офисе появятся необходимое количество телефонов и достаточно широкая «труба» в Интернет.
- Кроме того, в современной технологии ADSL есть возможность даже отказаться от VoIP и предоставлять обычную телефонную связь. Устройство, которое обеспечивает работу такой корпоративной сети, называется устройством интегрального доступа (Integrated Access Device, IAD) Оно является «канально-пакетным» шлюзом и предоставляет пользователю аналоговые или ISDN-порты, а также услуги Интернета IAD пакетирует голосовой или ISDN-трафик в ATM-ячейки. Иными словами, IAD выполняет задачу мультиплексирования потоков речи и данных в виртуальные каналы (VC) для передачи по линии DSL, а также функции моста или маршрутизатора трафика локальных сетей Ethernet, одновременно поддерживая достаточное количество речевых соединений

Общая структура подключения ADSL

- Обобщая все перечисленные факты, можно сформировать единую схему применения технологии ADSL в современных сетях. Здесь следует учитывать, что в настоящее время появилось новое поколение DSLAM, которые поддерживают разные технологии абонентского доступа: ADSL, HDSL2, G.Lite, SDSL и пр. Демократичность NGN проявляется и здесь в виде красивых и сложных схем реализации услуг абонентского доступа.
- Соответственно к технологии ADSL в таком случае следует относиться как к «первой среди равных». У нее существуют альтернативы, и сама она является лишь составной частью решений по обеспечению широкополосного абонентского доступа.

- **Технология ADSL2**

- Технология ADSL2 оформилась в виде стандарта в 2002 г., хотя уже до этого ее основные технические решения были реализованы в оборудовании ведущих производителей, среди которых выделялась компания Alcatel. В основе ADSL2 была использована традиционная технология ADSL, но в рамках ADSL2 были сделаны доработки для повышения эффективности.
- В технологию ADSL2 были внесены следующие дополнения ADSL.
- -Модернизация алгоритма модуляции и схемы кодирования и повышение эффективности работы физического уровня.
- - Внедрение алгоритма управления мощностью передачи.
- - Оптимизация процедуры инициализации модема.
- - Функции диагностики абонентского кабеля в процессе работы пары модем-DSLAM.
-
- - Разработаны три новых механизма адаптации процесса передачи данных к нарушениям в параметрах абонентской линии.
- - Разработана схема работы ADSL2 только в режиме цифровой передачи, без аналогового телефонного сигнала.
- - Режим быстрого запуска модема позволил существенно сократить время восстановления обмена данными в ADSL2.
- - Поскольку ADSL2 создавалась уже в период формирования концепции Triple Play, для этой технологии были сделаны некоторые специальные нововведения, позволившие лучше адаптировать ADSL2 к новым приложениям Triple Play.

Модернизация алгоритмов обмена данными, кодирования и цикловой структуры

В рамках разработки ADSL2 были уменьшены размеры заголовков кадров ADSL и оптимизирована схема помехозащищенного кодирования. За счет этого в технологии ADSL2 при тех же самых параметрах кабельной сети скорость передачи немного выросла.

- Особенно существенно это отразилось на допустимых и пиковых значениях параметра скорости по линии вверх, так как экономия 150 кбит/с здесь выливается в фактическое увеличение скорости передачи более чем на 20%. Это особенно важно для тех услуг, которые требуют двустороннего обмена данными и критичны к параметру скорости по линии вверх. Например, концепция VoDSL и CVoDSL относится к такого рода услугам, и здесь преимущества ADSL2 налицо.

Стандарт	Обязательная скорость по линии вниз, Мбит/с	Верхний предел скорости по линии вниз, Мбит/с
ADSL (G.992.1)	6,144	8 (15Мбит/с для специальной конфигурации)
ADSL2 (G.992.3)	8	15

Стандарт	Обязательная скорость по линии вверх, кбит/с	Верхний предел скорости по линии вверх, Мбит/с
ADSL (G.992.1)	640	1.5
ADSL2 (G.992.3)	800	1,5

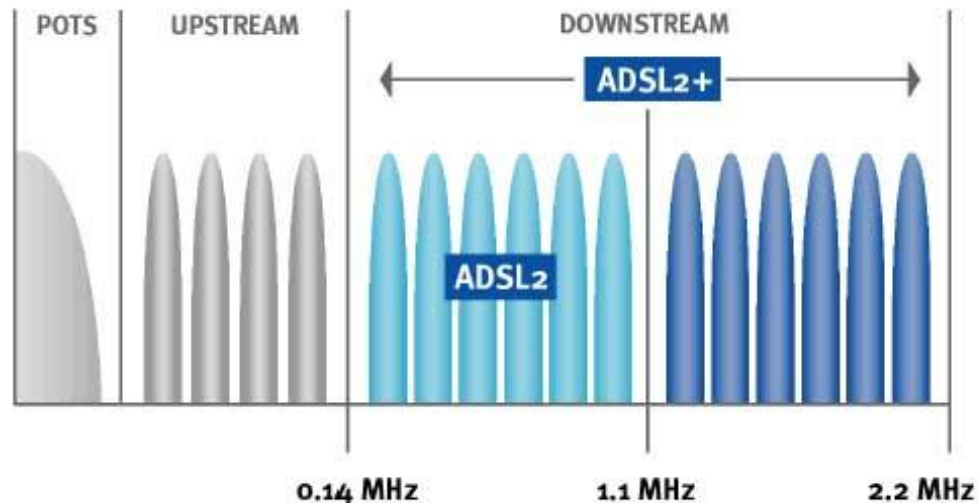
Режим управления мощностью передачи

- Вторым важным для практики нюансом технологии ADSL2 является реализация в рамках этой технологии режима управления мощностью передачи. Напомним, что для ADSL не предполагался «спящий» режим модема. Модем ADSL всегда активен, за счет чего увеличиваются в целом энергопотребление на стороне пользователя и уровень переходных помех в кабеле. В технологии ADSL2 были установлены три режима работы устройства:
 - L0 - режим максимальной мощности передачи (используется в случае передачи высокоскоростного трафика);
 - **L2** - режим низкого энергопотребления (соответствует передаче фонового трафика, например трафика Интернет);
 - L3 - «спящий режим» (включается, когда абонент не использует ADSL).

- Технология ADSL2+

ADSL2+ по своей сути являлась лишь прикладной технологией, которая позволила на основе ADSL2 увеличить скорость обмена. Даже тот факт, что технология ADSL2+ была стандартизирована в 2003 г., т.е. через год после ADSL2, показывает, что никаких новых технологических прорывов здесь не было сделано.

- Единственное, что отличает технологию ADSL2+ от ADSL2 - это диапазон работы. Традиционная технология ADSL и ADSL2 работали в диапазоне до 1,1 МГц, а для расширения полосы передачи в технологии ADSL2+ было предложено просто увеличить диапазон работы вдвое, т.е. до 2,2 МГц. В результате увеличилось количество несущих DMT и, как следствие, увеличилась совокупная скорость передачи.
- Напомним, что для традиционной технологии ADSL обязательной скоростью по линии вниз являлась скорость 6,144 Мбит/с, а максимально допустимой - 8 Мбит/с. Для ADSL2 соответствующие параметры составляли 8 и 15 Мбит/с. Для ADSL2+ параметры увеличились соответственно до 16 и 24,5 Мбит/с.
- Следует отметить, что все преимущества ADSL2+ в части более высокой скорости обмена, актуальны только для пользователей зоны 1, т.е. на небольшом удалении абонента ADSL от узла связи.



- Технология READSL2

- Так же мало, как о технологии ADSL2+ можно сказать о READSL2. Эта технология ставила своей задачей обеспечить большую зону покрытия услугами ADSL, так что стратегически эта технология направлена на зону 3.
- За счет чего достигается «дальнобойность» технологии READSL? Принцип довольно простой; использовать ту же мощность, что имеет ADSL, но в меньшем диапазоне. За счет этого технология READSL способна покрывать большие расстояния. При этом в самой технологии нет ничего особенного, поскольку «предел Шеннона» не позволяет предоставлять удаленным абонентам большую скорость.
- Видно, что битва идет за абонентов, удаленных от узла связи более 5 км. На таком расстоянии скорость ADSL стремительно падает, а READSL продолжает работать, в чем и есть ее главное преимущество.

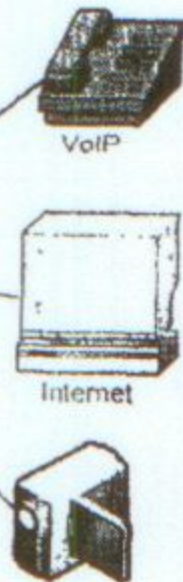



Движущие силы развития технологии ADSL


- Каждый социальный или технический прогресс должен иметь свои движущие силы. На развитие технологии ADSL повлиял весь ход революции в области NGN. И не мудрено: технология ADSL представляет собой один из локомотивов NGN в области технологии сетей доступа. Поэтому на развитие ADSL повлияли все современные события в развитии NGN в целом, в особенности:
 - формирование маркетинговой концепции Triple Play;
 - бурное развитие систем IPTV;
 - появление новых принципов широкополосного доступа и новых поколений DSLAM;
 - более чем 5-летний опыт развития технологии ADSL на рынке.
- Все это, в конечном счете, привело к необходимости пересмотра стандартов в области ADSL и появлению сначала стандарта ADSL2, а затем пары новых стандартов ADSL2+ и READSL под разные направления развития технологии.


Концепция Triple Play

- Концепция Triple Play была сформирована как чисто маркетинговая концепция услуг NGN. В ее основу был положен анализ возможных услуг, которые могут заинтересовать пользователей XXI века.
- Детальный анализ показал, что все современные услуги, какими бы сложными они не казались, могут быть представлены в виде комбинации трех базовых услуг:
- телефония;
- передача данных в широком смысле;
- телевидение, или передача телевизионной информации.
- Действительно, любую услугу можно представить в виде комбинации трех перечисленных. Например, передача SMS может трактоваться как передача данных. Видеоконференцсвязь - как объединение телевидения и телефонии. Интерактивные игры - объединение передачи данных и телевидения и т.д.
- Из этого был сделан вывод, что если пользователю предоставить все три услуги «в одном флаконе», то мы обеспечим основу для предоставления любых цифровых услуг. Следовательно, необходимо было интегрировать все три услуги в единое целое, выбрать единый формат данных, которым оказались датаграммы IP. В результате под телефонией понимается VoIP-телефония, под телевидением - IPTV, а под передачей данных - передача данных в виде кадров IP. Объединение трех перечисленных услуг на базе единого транспорта позволило говорить о «тройной услуге».
- Сама концепция «три в одном» получила название Triple Play. Следует отметить, что Triple Play не является, вообще говоря, тройной услугой, а представляет собой именно одну, но универсальную услугу. Поэтому само абонентское подключение рассматривается в новой концепции как подключение Triple Play, а какие конкретно абонентские устройства будет подключать пользователь Triple Play к единой «розетке» - это сугубо его дело.



Передача разговоров		
	VoIP	MP3
Полоса	12 106 кбит/с	32 320 кбит/с
Потери	1%	2%
Задержка	150 мс	5 с 
Джиттер	30 мс	Буфер

Передача видео (MPEG-4)		
Полоса	0 005	10 Мбит/с 
Потери	2%	
Задержка	5 с	
Джиттер	Подавляется буфером	

Передача данных		
Полоса	переменная	
Потери	критично	
Задержка	некритично	
Джиттер	некритично	Передача данных

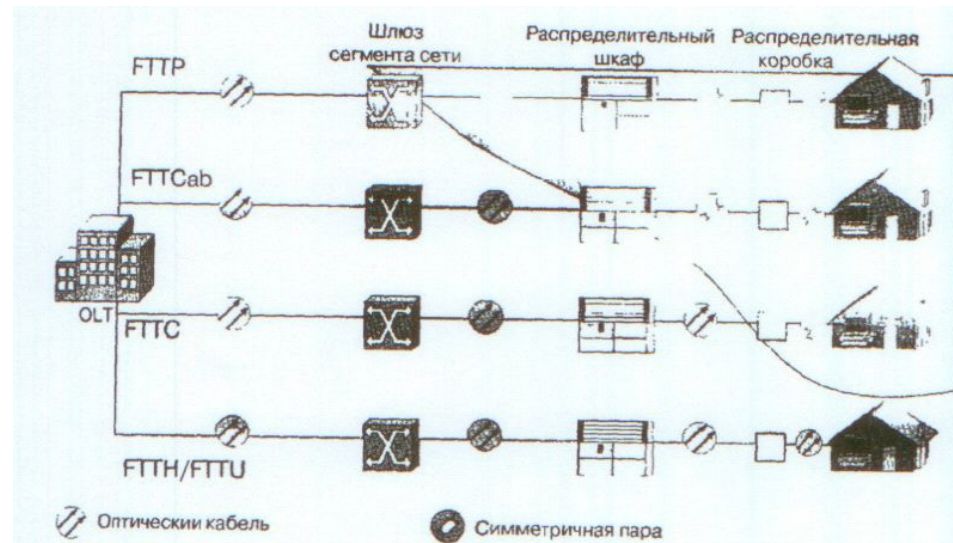
ADSL как «заплаточная ТЕХНОЛОГИЯ»

- Завершая рассмотрение вопроса о структуре традиционной технологии ADSL, обратим внимание, что эта технология при всех ее преимуществах является «заплаточной», т.е. представляется всего лишь промежуточным и временным решением между существующими в настоящее время сетями телефонии и перспективными сетями NGN.
- Действительно, удобство миграции абонентов из телефонной сети в сеть NGN, которое дает технология ADSL, неоспоримо. В том случае, когда абоненту необходимо предоставить широкополосный доступ как можно быстрее и с минимальными издержками, технология ADSL почти не имеет конкурентов среди проводных решений.
- В то же время стратегия развития NGN не связывает больших надежд с ADSL. *Во-первых*, даже для новой модификации технологии - ADSL2+ - технология имеет ограничения на полосу передачи данных 34 Мбит/с, что меньше даже распространенного во всех офисах Fast Ethernet (100 Мбит/с). Новые услуги, в особенности IPTV, требуют большей полосы передачи. Таким образом, даже «выжимая» из абонентской линии все возможное, ADSL имеет свой теоретический предел и не может считаться перспективной с точки зрения стратегии развития абонентского NGN.

- **Во-вторых**, технология ADSL имеет и практические ограничения. Связаны они с текущим состоянием кабельной сети операторов. ADSL позволяет внедрить услуги широкополосного доступа только на определенной части абонентских кабелей. При достижении критического соотношения между телефонными пользователями и пользователями ADSL, абонентские пары ADSL начинают влиять друг на друга, так что во всех парах качество доступа уменьшается, и пропорционально уменьшается скорость передачи. Таким образом, опираясь на технологию ADSL, оператор изначально предполагает лишь частичное покрытие услугами широкополосного доступа абонентов телефонной сети. В то же время стратегия движения общества к «глобальной интернетизации» требует полного покрытия услугами все население.
- **В-третьих**, для сетей ADSL само покрытие услугами широкополосного доступа является неравномерным. Для разных категорий пользователей допустимая скорость передачи данных может быть разной в зависимости от среднестатистического состояния кабельной сети и удаленности абонента от узла связи. По мере удаления абонента от узла связи (места размещения DSLAM) скорость передачи уменьшается. По этой причине многие европейские операторы, имеющие многолетний опыт внедрения ADSL, приняли стратегию на последовательное приближение DSLAM к абонентам, вплоть до размещения DSLAM в распределительных шкафах возле домов.

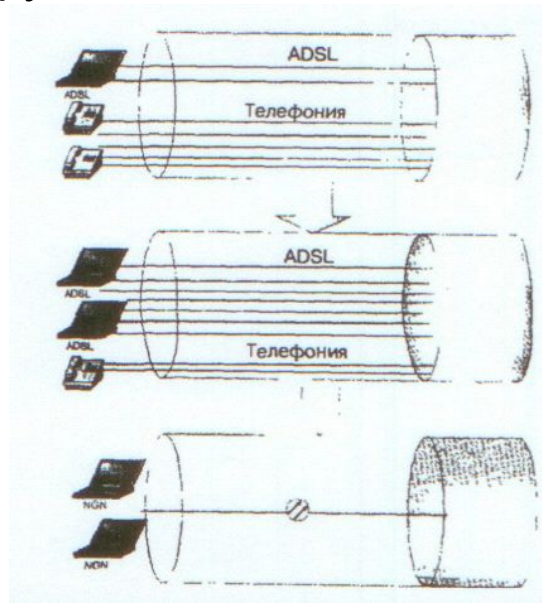
- *В-четвертых*, сама технология ADSL при всей своей эффективности опирается на исторически сформированное абонентское кабельное хозяйство. И в этом смысле качество самого ADSL оказывается удовлетворительным, но никак не превосходным. На ум приходит сравнение с заплатками на старом пальто: мы можем войти с технологией ADSL в эру NGN, но в приличное информационное общество нас едва ли пустят дальше порога.
- Единственное универсальное решение, которое имеет перспективу в NGN -перестройка абонентских кабельных сетей, т.е. полная реконструкция и создание отдельной широкополосной абонентской сети. При этом состав абонентской сети меняется качественно. Если раньше абонентские кабельные сети использовали металлические кабели, то с появлением абонентских сетей NGN наступает эра оптики, и только оптические кабели могут обеспечить почти бесконечный ресурс для любого перспективного развития абонентского NGN
- В настоящее время уже имеется целая концепция абонентских кабельных сетей нового поколения. Связана она с семейством концепций FTTx, что в переводе означает «Оптика до ...»
Соответственно, вместо x добавляются различные пункты доведения оптического транспорта до пользователя FTTB (Fiber To The Building) - оптическая система передачи до дома, FTTC (Fiber To The Curb) - оптическая система передачи до распределительной коробки, FTTCab (Fiber To The Cabinet) - оптическая система передачи до распределительного шкафа, FTTP (Fiber To The Premises) - оптическая система передачи до сегмента сети, FTTO (Fiber To The Office) - оптическая система передачи до офиса, FTTH (Fiber To The Home) - оптическая система передачи до квартиры, FTТУ (Fiber To The User) - оптическая система передачи до конечного пользователя

- Именно концепция FTTx рассматривается как стратегическая перспектива для абонентской сети NGN. Но здесь возникает вопрос, как скоро оператор может провести коренную модернизацию абонентских сетей. Существующие абонентские сети создавались более 100 лет, и до сих пор в крупных городах можно найти кабели, проложенные в 1950-1960-х гг., а то и 1920-1930-х. Все эти кабели закладывались в системы городской канализации, разводились по зданиям и т.д. Чтобы повторить эту работу требуются десятилетия. Поэтому, с одной стороны, признавая, что кабельную сеть необходимо полностью переделывать, оператор, с другой стороны, должен понимать, что в ближайшей перспективе это не реализуемо. Но услуги NGN нужно предоставлять уже сейчас. И здесь снова возникает технология ADSL как разумный компромисс между возможностью и необходимостью.
- Таким образом, ADSL является очень хорошим временным решением, которое будет широко внедряться в ближайшие 10-15 лет. Параллельно будет проходить модернизация абонентских кабельных сетей и перевод их на FTTx. Более того, рассмотренная выше тенденция на приближение DSLAM к абонентам, находится в согласии с концепцией FTTx. Очень разумным вариантом может быть последовательное вытеснение металлических кабелей оптическими из абонентской кабельной системы. На рисунке показана область в концепции FTTx, где может эффективно использоваться ADSL.

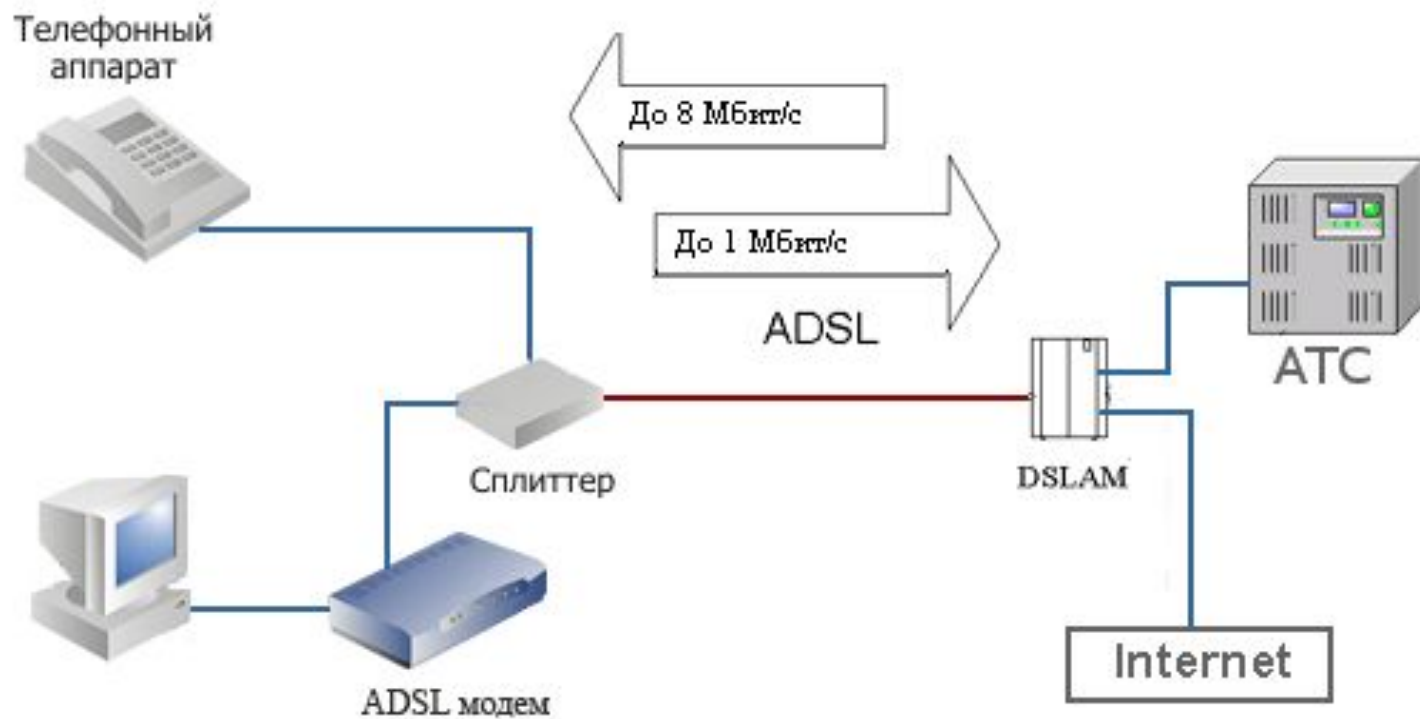


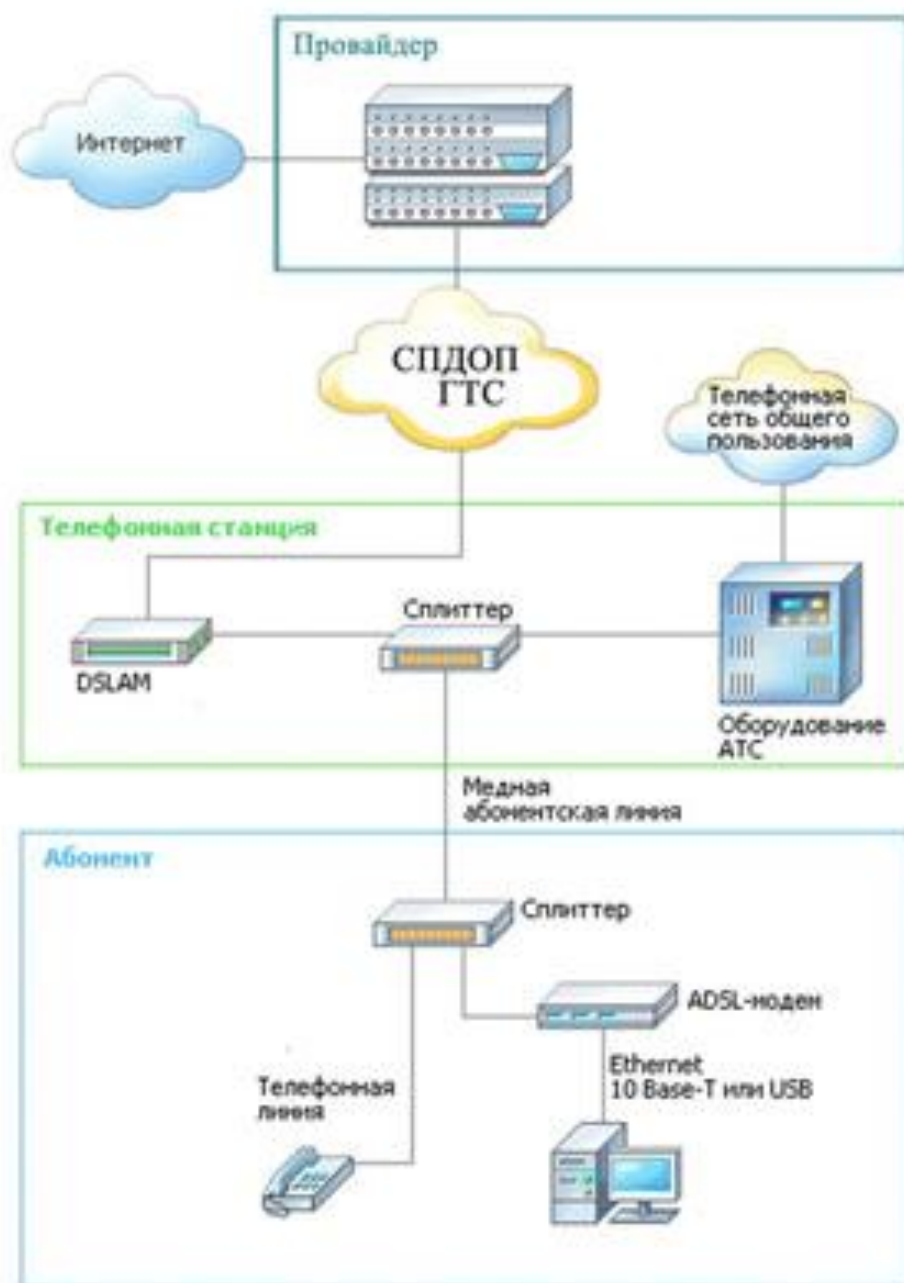
- **Может быть предложена следующая стратегия. Сначала технология ADSL, так что услуги NGN становятся доступными абонентам телефонной сети. Затем оператор изыскивает возможность перевести ядро сети на оптические кабели (FTTP) и тем расширяет емкость транспортной сети и отдельных сегментов сети доступа. Технология ADSL попрежнему успешно применяется для сбора трафика. Далее оператор внедряет оптические кабели до распределительного шкафа (FTTCab). В таком случае DSLAM передвигается к распределительному шкафу, т.е. ближе к абоненту. Скорость передачи данных и качество услуг для абонентов NGN вырастает, абонентская система собирает больше трафика, но попрежнему использует технологию ADSL. На этапе внедрения оптического кабеля до распределительной коробки (FTTC) технология ADSL оказывается уже спорной, так как разводку кабеля по подъезду можно сделать обычной локальной СКС (Fast Ethernet), ADSL можно применять и здесь, но только теоретически. Окончательно ADSL устаревает, когда до каждого абонента доходит оптический кабель, но такое положение вещей можно сейчас считать очень далекой перспективой.**

- Второй пример последовательной динамики перехода в абонентской системе с ADSL на FTTx представлен на рисунке. Здесь показан процесс эволюции загрузки пучка абонентских линий. На первом этапе весь пучок реализуется под задачи телефонной связи за исключением нескольких абонентов ADSL. Этот этап можно рассматривать как этап опытного внедрения технологии ADSL. По мере роста популярности услуг ADSL доля пар, используемых для широкополосной передачи, растет. Наступает момент, который связан с состоянием пучка абонентских пар, когда абоненты ADSL начинают влиять друг на друга. Собственно, явление переходных помех должно проявиться уже на втором подключении абонента ADSL, но поначалу переходные помехи незначительно влияют на качество услуг. Наконец наступает состояние, которое можно назвать максимальным процентом услуг ADSL в кабельной системе. После достижения критического соотношения между телефонными абонентами и абонентами ADSL в пучке (будем называть его VK) любое новое подключение абонента ADSL приводит к существенному ухудшению качества для всех остальных абонентов ADSL. Пучок абонентских пар достигает своего «насыщения». Дальнейшее увеличение скорости передачи в нем невозможно и тогда требуется реконструкция абонентского кабеля на основе технологии FTTx.



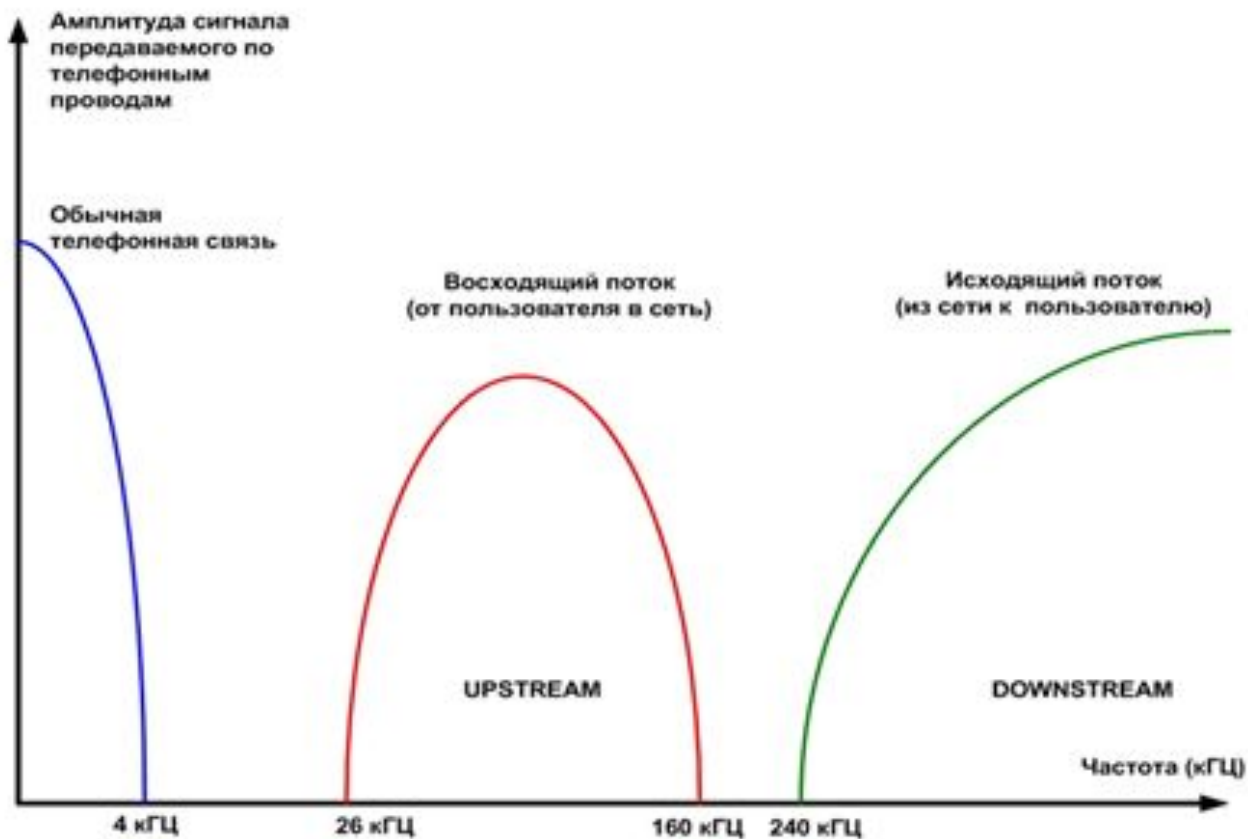
- Рассмотренный процесс развития также указывает на временный характер технологии ADSL. Но он же раскрывает и всю перспективность ADSL как «заплаточной» технологии. До тех пор, пока на пучках абонентских кабелей уровень использования ADSL не дойдет до определенной критической отметки, внедрение FTТх оказывается необоснованным, поскольку коренная модернизация кабельной сети не находит должного спроса у абонентов.
- Достижение на пучках сети соотношения V_k может занять не одно десятилетие, что и обеспечивает технологии ADSL статус очень перспективной.
- Таким образом, технология ADSL может считаться «заплаточной», временной, но в то же время очень перспективной и современной.
- В таком виде данная технология перешагнула рубеж XXI века и даже сейчас присутствует на многих сетях операторов в своем традиционном виде. Но новые требования NGN заставили разработчиков модифицировать эту технологию.







В ADSL организуются три информационных канала — «исходящий» поток передачи данных, «восходящий» поток передачи данных и канал обычной телефонной связи (POTS)



- Факторами, влияющими на скорость передачи данных, являются состояние абонентской линии (т.е. диаметр проводов, наличие кабельных отводов и т.п.) и ее протяженность. Затухание сигнала в линии повышается при увеличении длины линии и возрастании частоты сигнала, и уменьшается с увеличением диаметра провода. Фактически функциональным пределом для ADSL является абонентская линия длиной 3,5 — 5,5 км при толщине проводов 0,5 мм. В настоящее время ADSL обеспечивает скорость «нисходящего» потока данных в пределах от 1,5 Мбит/с до 8 Мбит/с и скорость «восходящего» потока данных от 640 Кбит/с до 1,5 Мбит/с:

Канал приема	Канал передачи	Расстояние, км
8,160 Мбит/с	1,216 Мбит/с	1,8
7,872 Мбит/с	1,088 Мбит/с	2,7
3,648 Мбит/с	864 Кбит/с	3,7
1,984 Мбит/с	640 Кбит/с	4,3
1,408 Мбит/с	544 Кбит/с	4,6
960 Кбит/с	416 Кбит/с	4,9
576 Кбит/с	320 Кбит/с	5,2
320 Кбит/с	224 Кбит/с	5,5
128 Кбит/с	128 Кбит/с	5,8

Преимущества

- Высокая скорость
- Свободный телефон
- Использование уже существующей телефонной линии
- Для выхода в глобальную сеть необходим только телефонный провод и adsl роутер. При этом телефонная линия при работе Интернета остается незанятой из-за специального приспособления, которое называется сплиттер. Это устройство разводит сигнал на два отдельных - модемный и телефонный. А значит, можно в одно время и работать в Интернете и общаться по телефону, а так же использовать ip телефоны.

Недостатки

- Работает только на АТС, у которых установлено дополнительное оборудование

При допотопной АТС и с плохими телефонными линиями, будут случаться частые обрывы связи и скорость при работе в глобальной сети будет очень медленная.

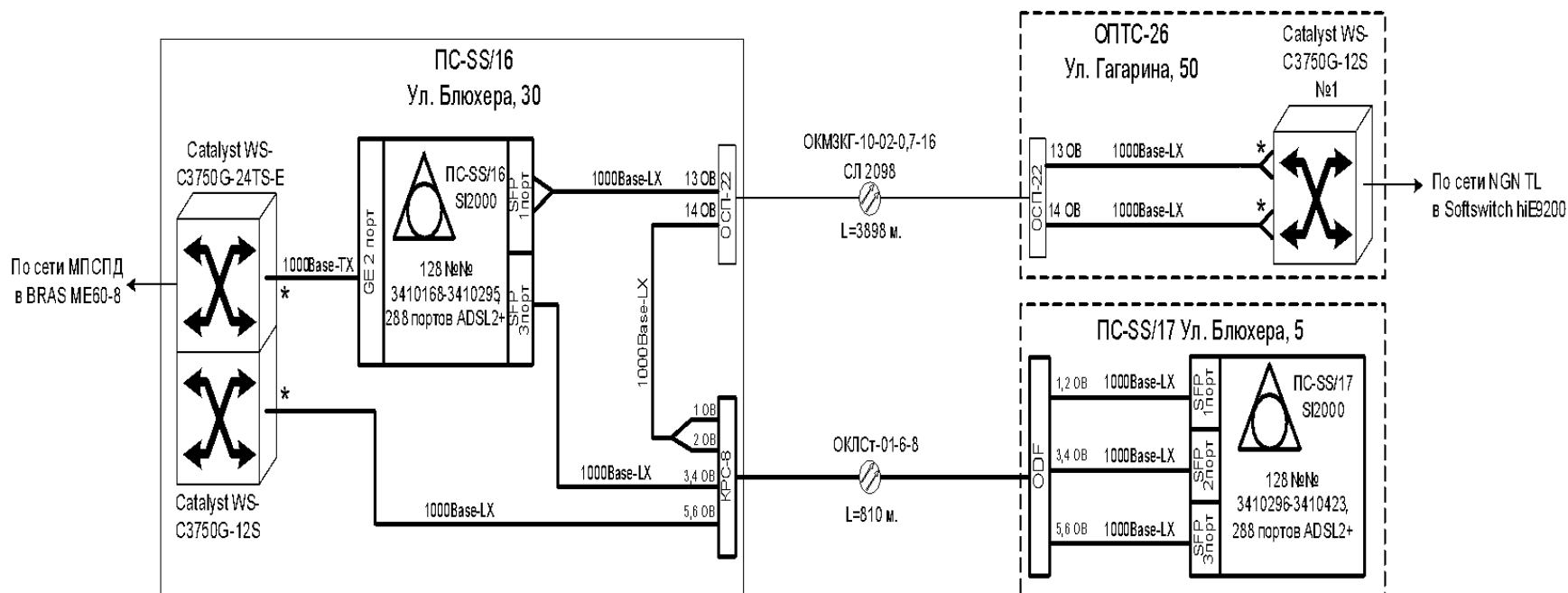
Достоинства и недостатки

- **1) VDSL2**
- **недостатки**
- - Требует установки активного оборудования в многоквартирном доме
- - Необходима установка мультисервисного узла для организации оптического канала до здания АТС
- **преимущества**
- - возможно использование существующей телефонной проводки в доме
-
- **2) LAN (UTP)**
- **недостатки**
- - Требует установки активного оборудования в многоквартирном доме
- - Необходима разводка нового UTP кабеля каждому абоненту
- **преимущества**
- - отсутствие модема у абонента
-
- **3) FTTH**
- **недостатки**
- - Необходима разводка нового оптического кабеля каждому абоненту
- **преимущества**
- - Не требует установки активного оборудования в каждом многоквартирном доме

- HDSL (высокоскоростная цифровая абонентская линия) обеспечивает симметричную высокоскоростную передачу данных. Среди технологий xDSL HDSL получила наиболее широкое распространение. В отличие от других технологий xDSL HDSL обычно использует две пары телефонного кабеля, а не одну. При этом по каждой паре передаётся половина потока данных в дуплексном режиме. В большинстве случаев HDSL обеспечивает скорость передачи данных 1,5 Мбит/с или 2 Мбит/с в обоих направлениях на расстояния, зависящие от типа применяемого кабеля. Указанные скорости передачи данных соответствуют стандартам T1 и E1 и, следовательно, основной сферой использования HDSL являются соединительные линии местных телефонных сетей или выделенные линии связи T1/E1 в тех местах, где велика плотность абонентов-организаций (например, в офисных зданиях), когда HDSL используется в качестве замены оборудования первичных ЦСП для передачи цифровых потоков T1 или длина линий E1.
- HDSL 2 представляет собой усовершенствованный вариант технологии HDSL, имеющий те же самые функции, что и обычная технология HDSL, но при этом использующий для работы всего одну пару телефонного кабеля.

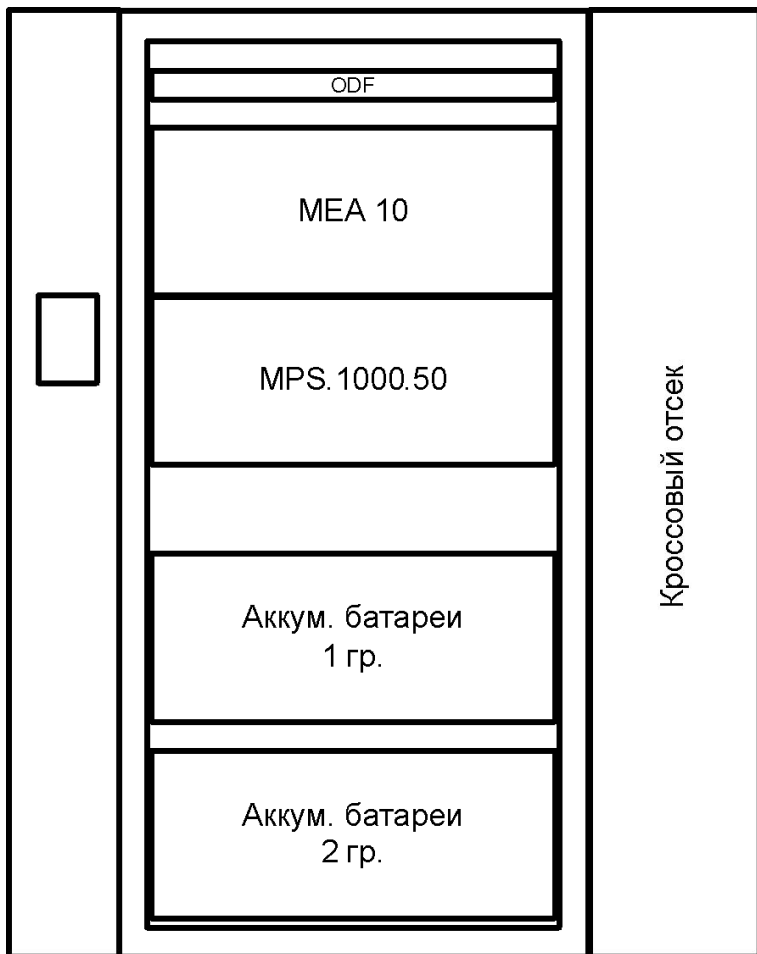
- VDSL (Very-High Digital Subscriber Line - сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) - это практически то же самое, что и ADSL. Однако в отличие от ADSL, VDSL может работать в асимметричном, но и симметричном режиме. По сравнению с ADSL VDSL имеет значительно более высокую скорость передачи данных: от 13 до 52 Мбит/с в направлении от сети к пользователю и от 1,5 Мбит/с от пользователя к сети при работе в асимметричном режиме; максимальная пропускная способность линии VDSL при работе в симметричном режиме составляет примерно 26 Мбит/с в каждом направлении передачи. В зависимости от требуемой пропускной способности и типа кабеля длина линии VDSL лежит в пределах от 300 метров до 1,3 км.
- Предоставление пользователю столь высоких пропускных способностей возможно только в смешанной медно-оптической сети доступа., к которой традиционная сеть доступа на металлических кабелях будет мигрировать по мере появления новых приложений и связанного с этим увеличения числа пользователей, нуждающихся в столь высоких пропускных способностях технологии VDSL.
- Такая сеть доступа будет практически состоять из двух участков: участка на оптическом кабеле от коммутационного узла до узла доступа и участка на медном кабеле от узла доступа до помещения пользователя.

Схема организации связи



- В книге приведены рабочие чертежи, необходимые для строительства мультисервисного узла доступа (MSAN) на базе оборудования SI2000 производства фирмы ISKRATEL. Согласно заданию на проектирование проектом предусмотрена установка MSAN ёмкостью 128 портов POTS и 288 портов ADSL2+. Проектируемое оборудование размещается в телекоммуникационном шкафу Сибкон StreetRack, 21", 63SU, для наружной установки. С целью обеспечения в шкафу требуемых температурных условий в нём установлен теплообменник и обогреватель, обеспечивающие температуру окружающей среды оборудования в пределах от +50С до + 550С. Допустимая наружная температура от -500С до + 500С. Оборудование кросса и ЭПУ устанавливаются в этом же шкафу. Телекоммуникационный шкаф устанавливается около уличной стены здания по адресу ул. Блюхера, 5. Подключение проектируемого оборудования MSAN к существующей сети связи СФ ОАО «ВолгаТелеком» осуществляется по проектируемому оптическому кабелю через площадку ПС-SS/16 на ул. Блюхера, 30 следующим образом:
- - телефония путём включения одним плечом в Catalyst WS-C3750G-12S-SD №1, установленного на площадке ОПТС-26 (ул. Гагарина, 50), а вторым плечом в ПС-SS/16 и далее по сети NGN в Softswich типа hiE9200 на правах ПС;
- - передача данных путём включения в Catalyst WS-C3750G-12S и далее по сети МПСД в BRAS типа HUAWEI ME60 на правах DSLAM.
- Таким образом, организуется два тракта пропускной способностью 1 Гбит/с каждый. Для организации данного подключения проектом предусмотрено дооборудование существующих коммутаторов Catalyst WS-C3750G-12S оптическими модулями SFP. Схема организации связи представлена на чертеже 08189-SS/16,SS/17,26-СГ-2.
- Электропитание и заземление проектируемого оборудования рассматривается в разделе электротехнические сооружения.
- Для проектируемой ПС-SS/17 предусматривается нумерация 3410296 – 3410423 в коде ABC=846, удовлетворяющая выделенному ранее ФАС СФ ОАО «ВолгаТелеком» ресурсу нумерации.
- Функции СОРМ и тарификации для проектируемого оборудования MSAN будут обеспечиваться аппаратно-программными средствами Softswich hiE9200. Для конфигурирования и обслуживания ПС-SS/17 будет использоваться проектируемый узел управления (MN) на площадке ЗТУ (ул. Мичурина, 54).
- Проектируемое оборудование мультисервисного узла доступа, включая ЭПУ, абонентский кросс, ODF и термошкаф, поставляется на контрактной основе и приведено в заводской спецификации на оборудование.
- Установку и монтаж оборудования следует производить в соответствии с настоящими рабочими чертежами и технической документацией на аппаратуру.
- Работы по установке и монтажу оборудования необходимо выполнять в строгом соответствии с действующими на настоящий момент правилами по охране труда.
- Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

Шкаф телекоммуникационный уличного исполнения Сибкон StreetRack, 21", 63SU, с климатической системой



MEA-10

Плата коммутатора Ethernet IDC BB	10
Плата ADSL2+	09
Плата ADSL2+	08
Плата ADSL2+	07
Плата ADSL2+	06
Плата ADSL2+	05
Плата ADSL2+	04
Защитная заглушка незанятого слота	03
Плата аналоговых абонентских линий	02
Плата аналоговых абонентских линий	01