

# Технологии xDSL для передачи данных по “последней миле”

# Более высокоскоростной альтернативой аналоговым модемам служит ISDN



# ***ISDN (Integrated Service Digital Network)***

*Интегральная цифровая сеть связи.*

- *Обеспечивает передачу данных по медным проводам со скоростью до 144 Кбит/с.*
- *Цифровые линии, разработанные для передачи данных, разделены на три логических канала: два канала В для передачи информации (голоса, данных и видео) и один канал D для передачи сигналов управления*

# ***PAM (Pulse amplitude modulation)*** ***Амплитудно-импульсная модуляция, прямая, немодулированная передача)***

- В ISDN используется 4-уровневый линейный код PAM, известный как 2B1Q.
- ETSI (Европейский институт телекоммуникационных стандартов) адаптировал этот код для Европы и также в качестве альтернативы разработал линейный код 4B3T (MMS43), в основном используемый в Германии.

# *PAM (Pulse amplitude modulation)*

Амплитудно-импульсная модуляция,  
прямая, немодулированная передача

# *DSL (Digital Subscriber Line)* *Цифровая абонентская линия*

*Коммуникационная технология,  
позволяющая передавать данные по  
медным линиям, представляющим собой  
абонентские шлейфы телефонной сети  
общего пользования*

*Сокращение изначально использовалось по  
отношению к ISDN-BA (доступ базового  
уровня к цифровой сети связи с  
интеграцией услуг).*

## *xDSL (Digital Subscriber Line)*

"x" заменяет собой обозначение типа технологии. Технологии xDSL позволяют использовать медные абонентские линии не только для обычной телефонной связи, но и для одновременной высокоскоростной передачи данных между оборудованием, установленным на телефонной станции, и оборудованием, установленным у пользователя.

# Технологии xDSL

позволяют значительно увеличить скорость передачи данных по медным парам телефонных проводов, при этом не требуя глобальной модернизации абонентской кабельной сети

# МОДЕМЫ ISDN-BA

В большинстве своем используют технологию компенсации ЭХО-сигналов, которая позволяет организовать полностью дуплексную передачу на скорости 160 Кбит/с по одной ненагруженной паре телефонных проводов

# Трансиверы ISDN-BA

В которых используется технология  
эхоподавления, позволяют использовать  
полосу частот приблизительно от 10 кГц  
до 100 кГц

# Передача данных по линии DSL

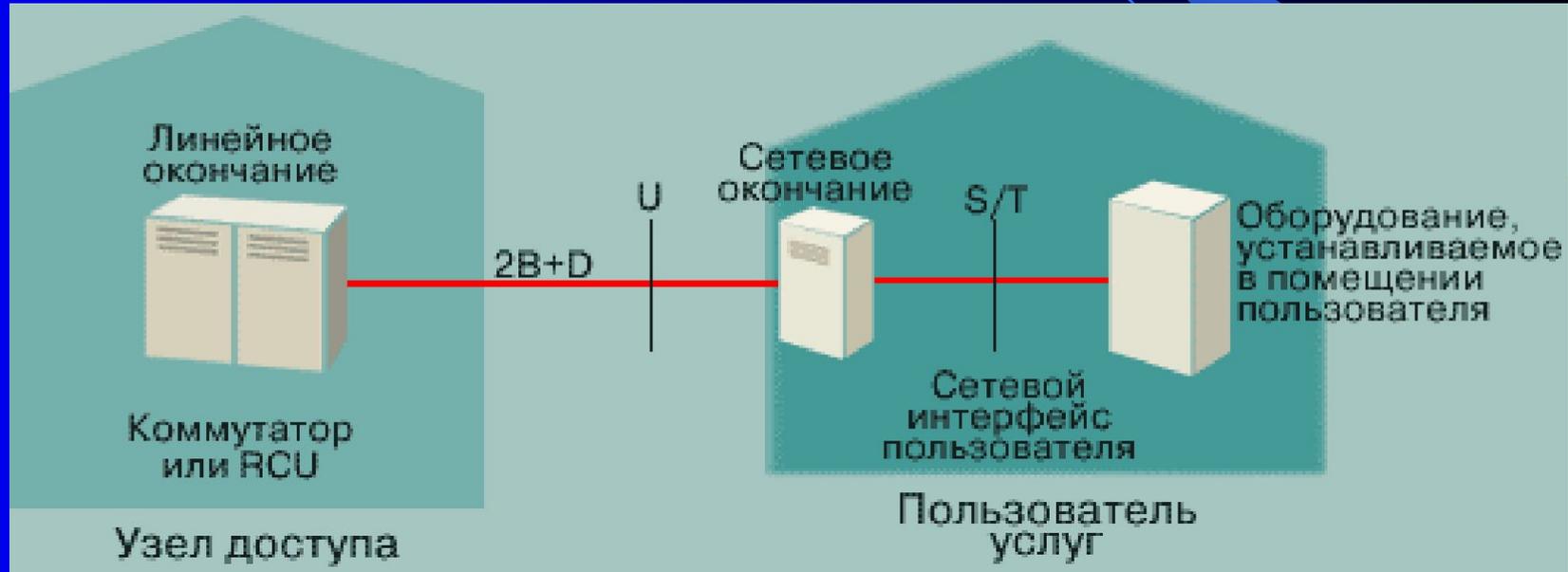
обычно осуществляется

- по двум каналам "B" (каналам передачи информации) со скоростью 64 Кбит/с по каждому,
- по каналу "D" (служебному каналу), по которому со скоростью 16 Кбит/с передаются сигналы управления и служебная информация, иногда он может использоваться для пакетной передачи данных

## DSL обеспечивает пользователю:

- возможность доступа со скоростью 128 Кбит/с + передача служебной информации = 144 Кбит/с.
- дополнительный служебный канал в 16 Кбит/с предоставляется для ЕОС (встроенного эксплуатационного канала), который предназначен для обмена информацией (например, статистики работы линии передачи данных) между LT (линейным окончанием) и NT (сетевым окончанием)

# Концепция ISDN-BA базового уровня (DSL)



## **TP (Twisted Pair)**

*Скрученная пара. Скрученная пара медных проводов, используемая для соединения телефонного абонента с телефонной станцией. Провода скручены между собой для минимизации взаимного влияния пар проводов, входящих в один и тот же пучок кабеля.*

# ***UTP (Unshielded Twisted Pair)***

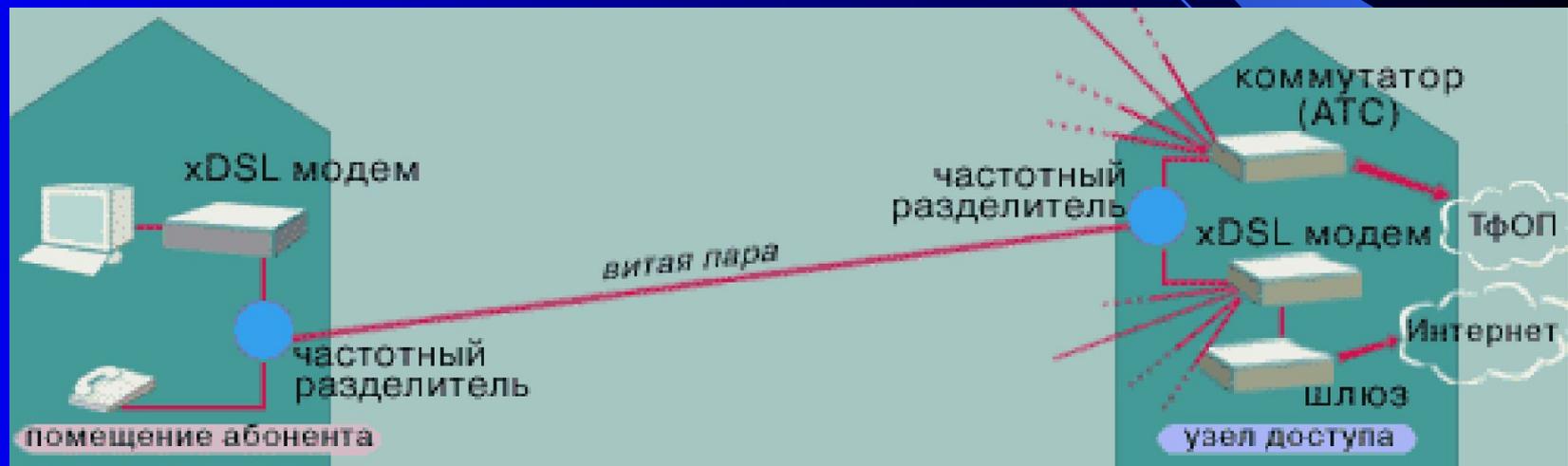
*Неэкранированная скрученная пара.  
Кабели с пластиковой оболочкой,  
имеющие одну или более скрученных пар  
медных проводов. Используются для  
передачи голоса и данных между  
телефонными аппаратами и  
устройствами передачи данных.*

## *Технология IDSL*

Термин IDSL аналогичен термину ISDN-BA.

- Технология DSL которая использует 4-уровневый линейный код PAM, известный как 2B1Q.
- Этот код используется в интерфейсе ISDN "U".

# Технологии xDSL



# Технологии xDSL

позволяют пользователю (с учетом определенных ограничений, связанных с длиной и качеством абонентской линии) выбрать подходящую именно ему скорость передачи данных - от 32 Кбит/с до более чем 50 Мбит/с.

**Технология HDSL  
(High data rate Digital  
Subscribe Line)**

# ***HDSL (High data rate Digital Subscribe Line)***

Технология высокоскоростной передачи данных по скрученным медным парам телефонных кабелей. HDSL является симметричной системой передачи данных со скоростью до 1,5 Мбит/с в обоих направлениях. Из-за необходимости обеспечения симметричной передачи данных максимальная скорость передачи поддерживается только на расстоянии не более 4,5 километров при использовании одной или двух скрученных пар кабеля.

# HDSL

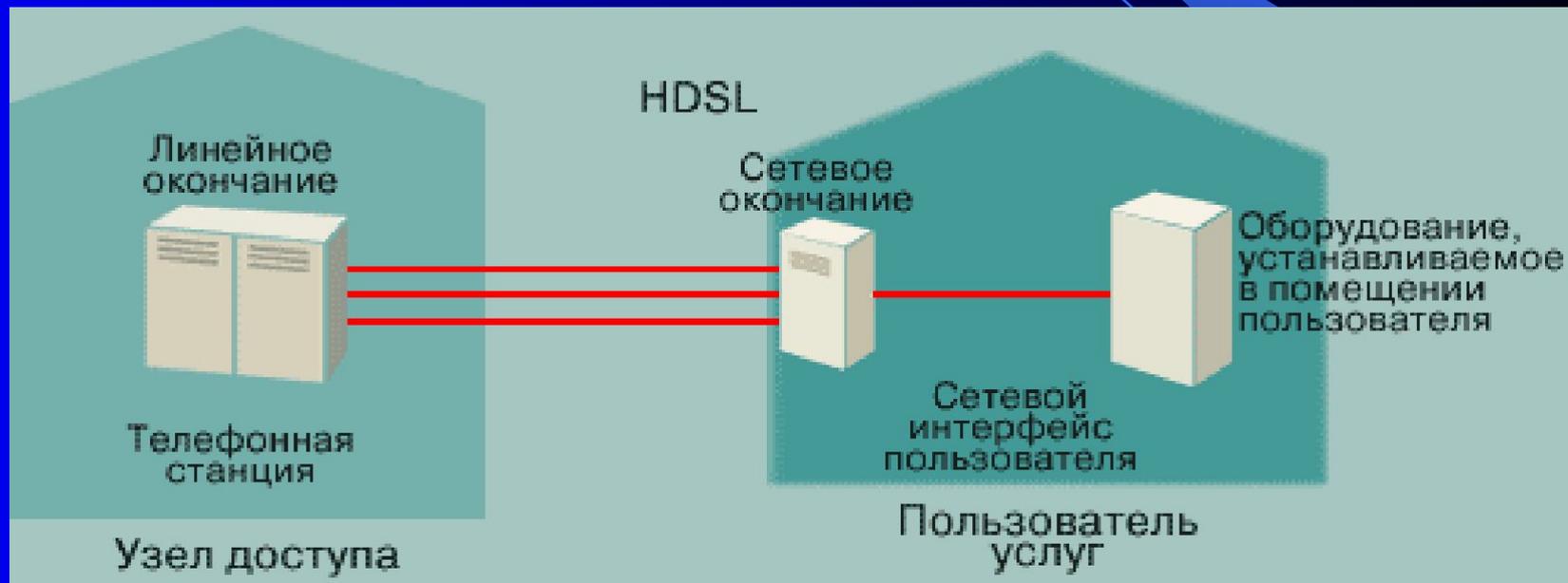
- представляет собой систему двухсторонней симметричной передачи данных
- позволяет передавать данные со скоростью 1,544 Мбит/с или 2,048 Мбит/с по нескольким парам проводов сети доступа.
- Рекомендованы два линейных кода: амплитудно-импульсная модуляция 2В1Q и амплитудно-фазовая модуляция без несущей (CAP).

# **CAP (Carrierless amplitude/phase modulation)**

*Модуляция амплитуды/фазы без несущей.*

*Модуляция амплитуды/фазы без несущей базируется на модуляции QAM (квадратурная амплитудная модуляция). Технология заключается в цифровой обработке передаваемого и принимаемого сигналов сигнальным процессором. Несущая частота модулируется по амплитуде и фазе, при этом перед передачей в линию сама несущая, не содержащая в себе полезной информации, вырезается из сигнала, а затем восстанавливается в приемнике.*

# Концепция высокоскоростной цифровой абонентской линии (HDSL).



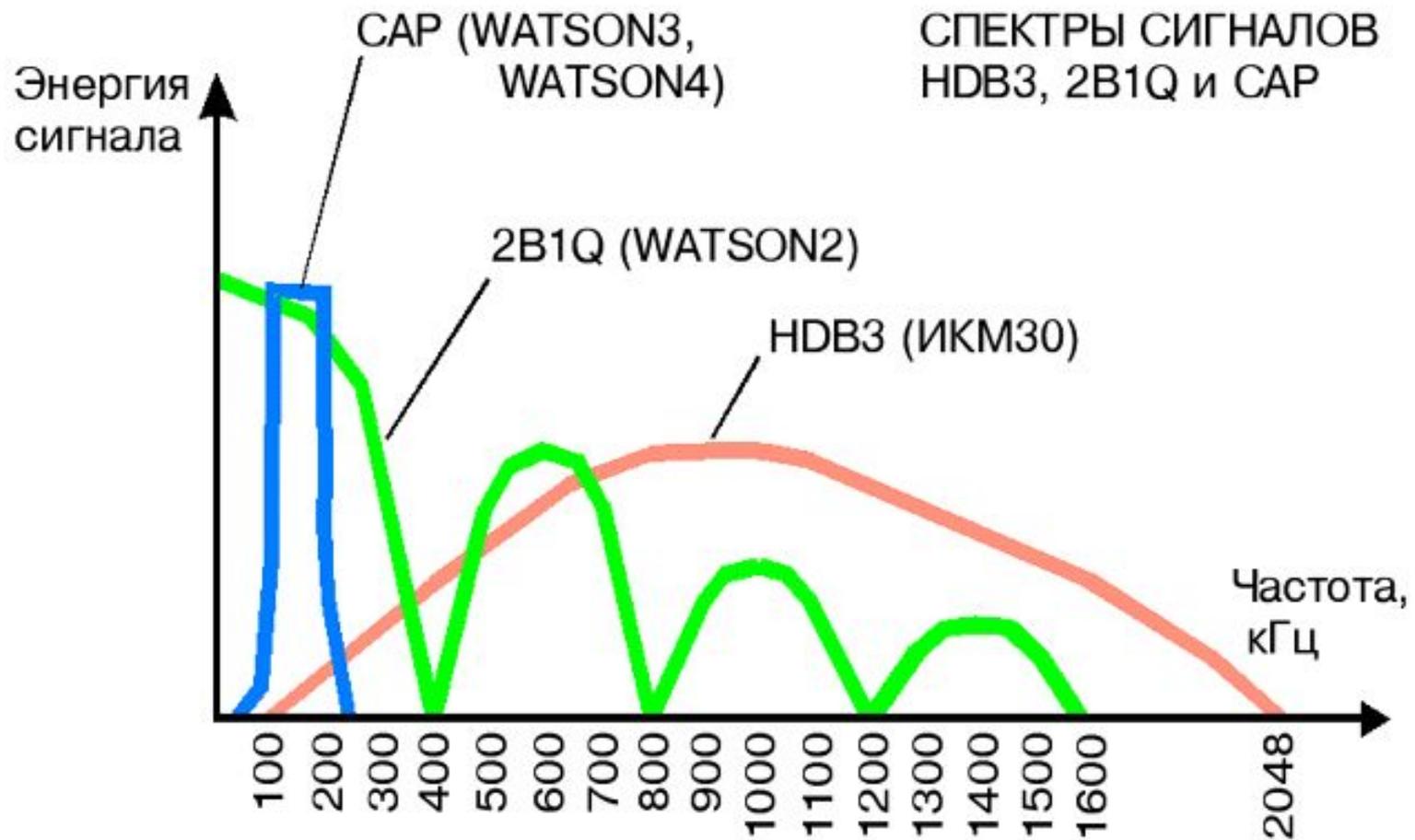
# CAP vs 2B1Q (1)

- Модуляция CAP используется для передачи со скоростью 2,048 Мбит/с
- Стандарт 2B1Q для 2,048 Мбит/с обеспечивает как двустороннюю передачу по одной паре проводов, так и параллельную передачу по двум или трем парам проводов.

# CAR vs 2B1Q (2)

- Стандарт CAR позволяет передавать данные только по одной или двум парам проводов
- Стандарт 2B1Q для скорости 1,544 Мбит/с предназначен только для двух линий.

# Спектр сигналов HDB3, 2B1Q и CAP



# Технология ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

# ADSL

*Асимметричная цифровая абонентская линия -*

*позволяет осуществлять передачу данных по асимметричной схеме. Это означает, что полосы частот, используемые для передачи в разных направлениях, различаются.*

# Особенности ADSL

- *скорость передачи данных по направлению к пользователю может быть до 8 Мбит/с*
- *по направлению от пользователя до 768 Кбит/с.*
- *Одновременно с использованием ADSL может использоваться и обычная телефонная связь, потому что для передачи аналоговых сигналов не требуется такая широкая полоса частот, как для передачи данных, и данные передаются в диапазоне более высоких частот*

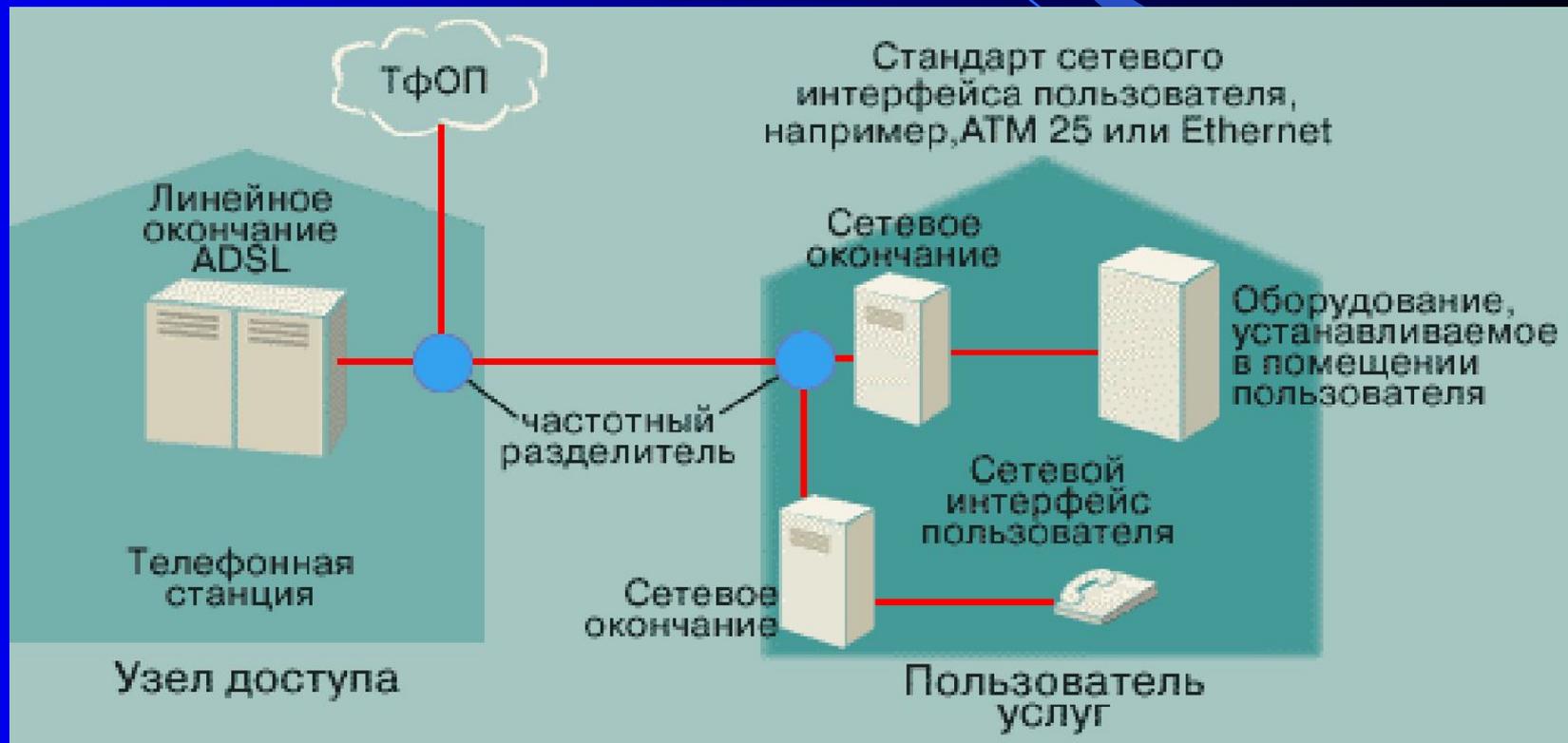
# Технология ADSL

- была разработана в Северной Америке в середине 1990-х годов.
- цель - предоставления услуг, которые требуют асимметричной передачи данных, например, видео по запросу

# ADSL vs ISDN-BA/HDSL

- использует технологию упреждающей коррекции ошибок
- обеспечивает крайне асимметричную передачу данных
- позволяет использовать ту же самую пару проводов для традиционной телефонной связи. Для этого используются специальные устройства разделения сигналов (сплиттеры)

# Концепция асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL)



# ADSL использует технологию FDD

(частотное разделение для обеспечения дуплексной связи), которая позволяет выделить одну полосу частот для восходящего потока данных (направление от пользователя в сторону станции), а другую полосу частот - для нисходящего потока данных (от станции в сторону пользователя). Это позволяет расширить используемую полосу частот приблизительно до 1 МГц.

# Потоки данных в ADSL

- **Downstream**

*Передача данных по направлению от сети по направлению к пользователю (нисходящий поток).*

- **Upstream**

*В технологии xDSL - поток данных, передаваемых от пользователя в телекоммуникационную сеть (восходящий поток).*

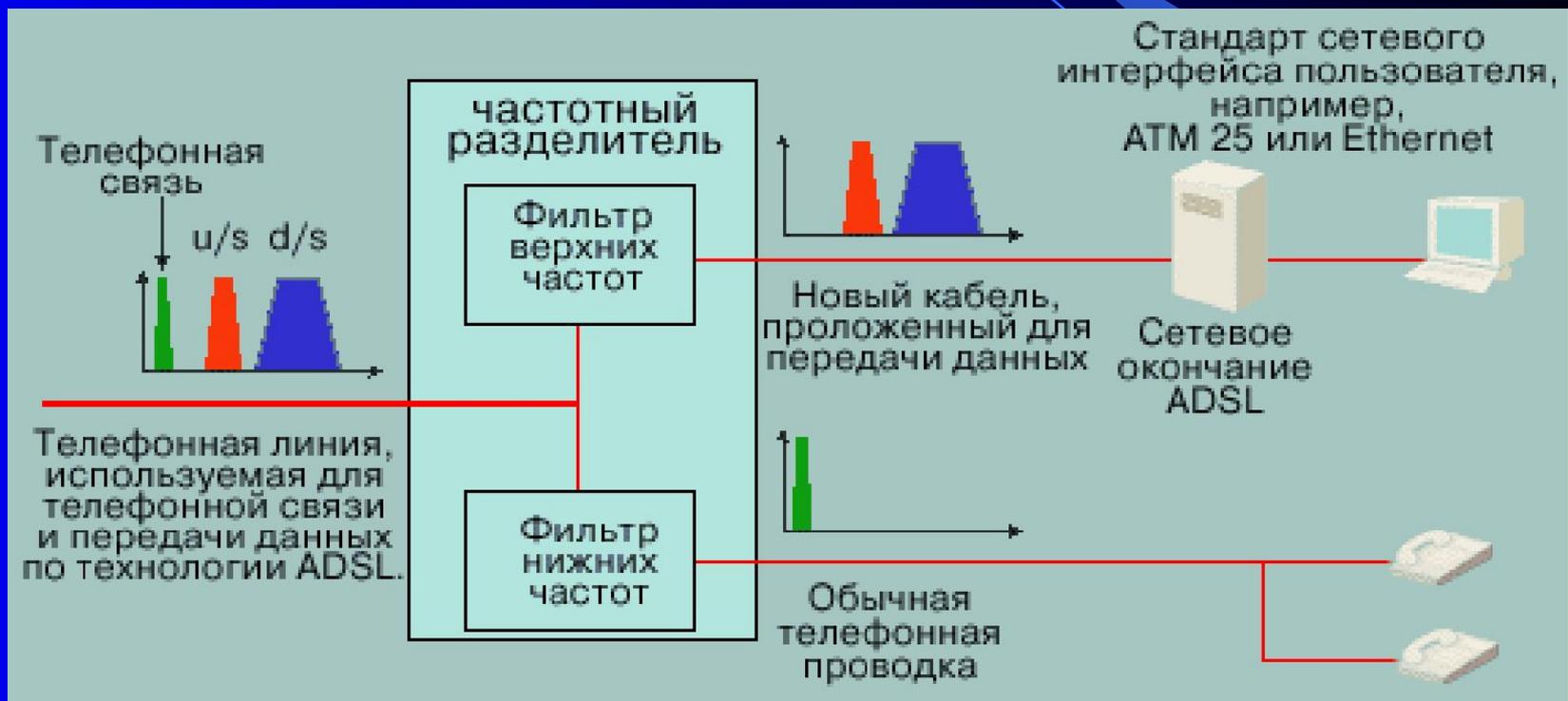
# *Reverse ADSL*

*Обратная ADSL. Термин, обозначающий линию ADSL, имеющую небольшую скорость передачи данных в сторону пользователя и большую скорость передачи данных от пользователя.*

## В некоторых вариантах ADSL

используется технология подавления эхосигналов, что позволяет еще лучше использовать доступный спектр частот, перекрывая часть диапазона, занятого нисходящим потоком данных, передачей данных в восходящем направлении.

# Пример ADSL с частотным уплотнением и сплиттером



# *Splitter*

*Фильтр, отделяющий сигналы ADSL от сигналов обычной телефонной связи и предотвращающий их взаимное влияние.*

# *POTS Splitter*

*Устройство, которое с помощью специальных фильтров разделяет поток данных xDSL, передаваемый по телефонной линии, на сигнал обычной телефонной связи (голос) и собственно передаваемые данные.*

# POTS

- [plain old telephone service] обычная телефонная сеть; простая старая телефонная система
- [point of termination station] телефонная станция.

# Влияние помех

Скорости нисходящего и восходящего потоков данных изменяются и зависят от длины абонентской телефонной линии и уровня шумов.

- на ADSL оказывают влияние помехи на дальнем конце линии (FEXT)
- ISDN-BA и HDSL обычно имеют ограничения из-за помех на ближнем конце линии (NEXT).

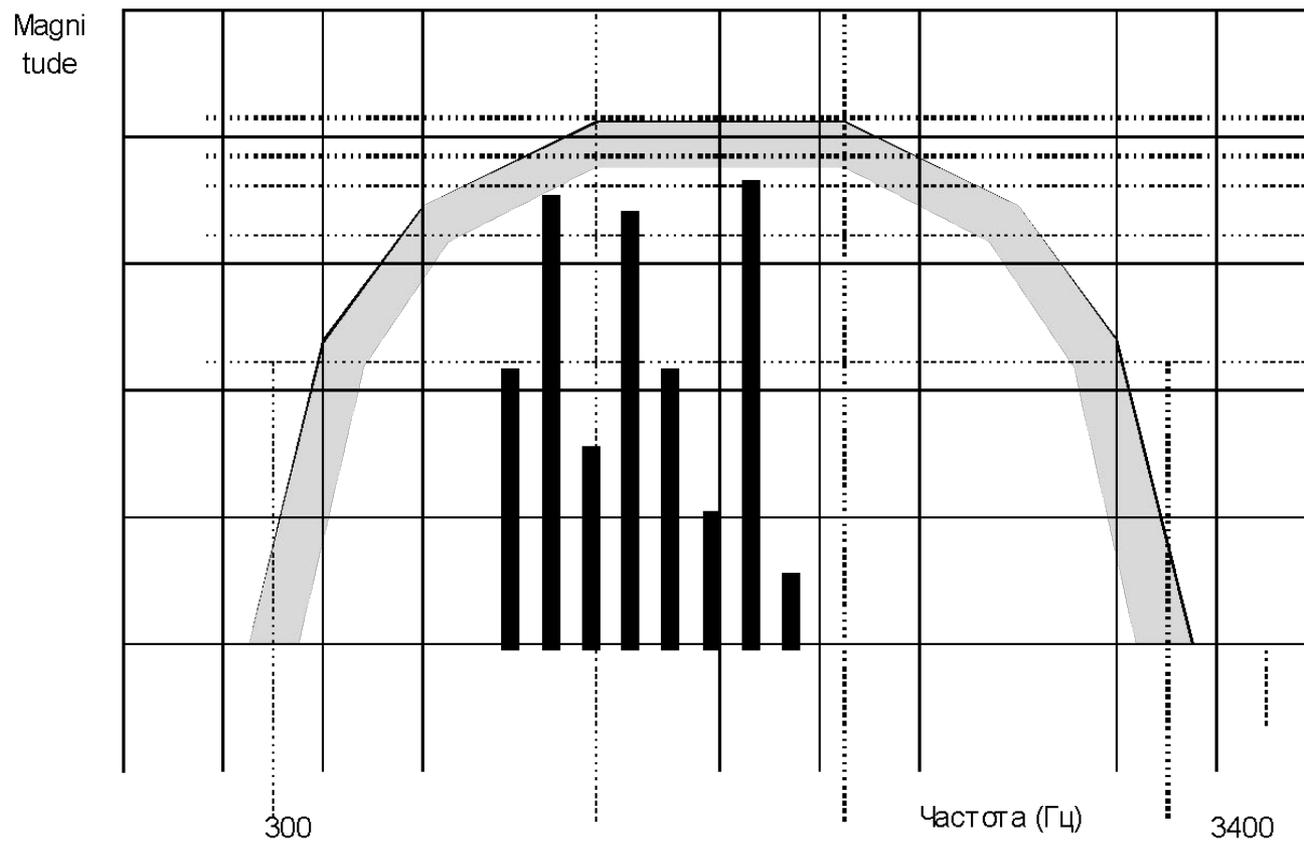
# Современные ADSL модемы

используют помехоустойчивую DMT модуляцию (Discrete Multi-Tone).

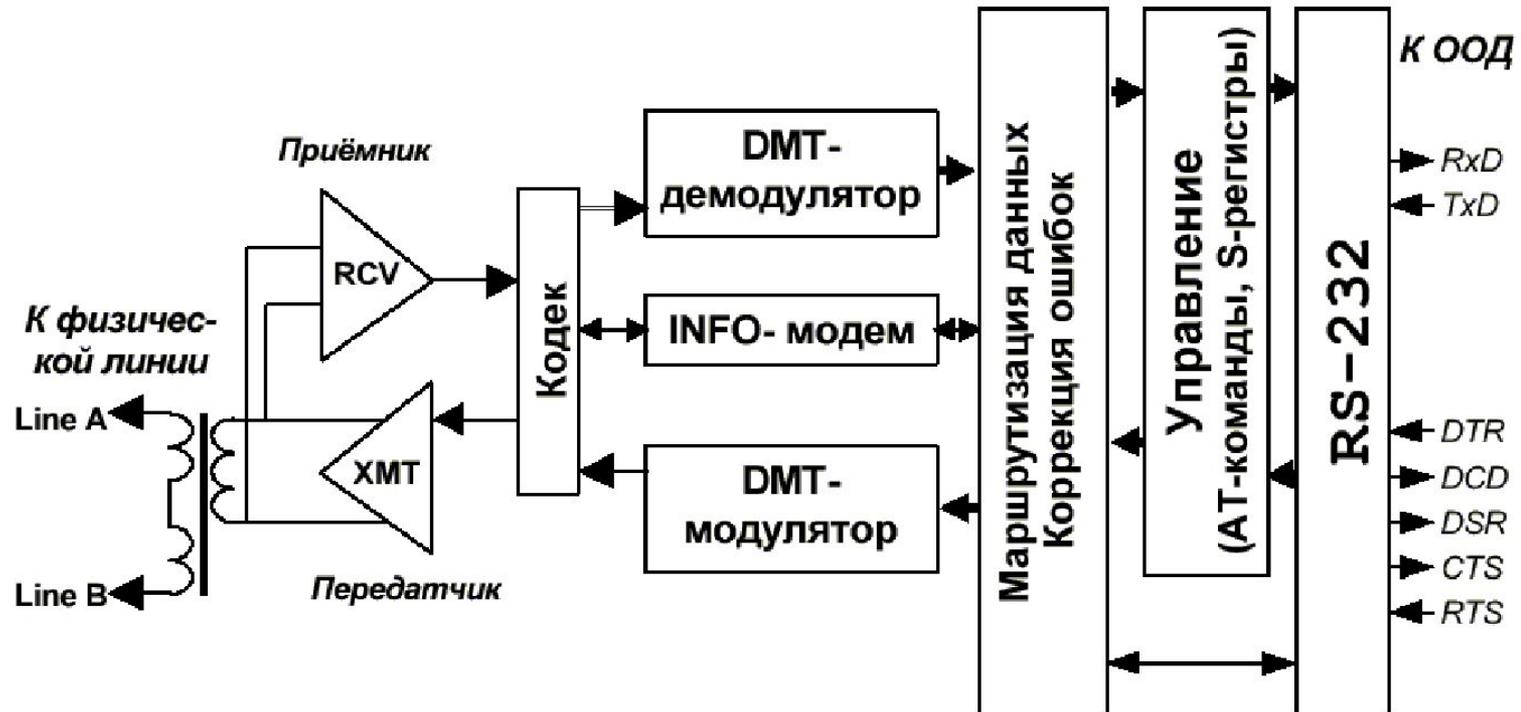
# DMT - дискретная многотональная модуляция

Схема модуляции, при которой полоса частот дискретно разделяется на множество подканалов, что позволяет избежать потери высокочастотного сигнала из-за шумов в медных кабелях.

# Пример данных для модуляции DMT



# Структурная схема DMT модема



Группа 15 ITU-T, стандартизирующая DSL, присвоила всем стандартам направления ADSL индекс "G".

Наиболее распространен полноскоростной ADSL по ITU G.992.1 (G.dmt), со скоростью к абоненту до 8Мбит/с и исходящим потоком от абонента до 1 Мбит/с.

# Технология G.lite

*Тип асимметричной технологии DSL, базирующийся на технологии DMT, который обеспечивает скорость передачи данных по направлению к пользователю до 1,5 Мбит/с, а по направлению от пользователя до 384 Кбит/с.*

*"G.lite" используется для обозначения стандарта, официально известного как "ITU-T Recommendation G.992.2"*

# Технология ADSL

существует в двух вариантах:

- непосредственно ADSL
- "потребительская" версия G.Lite.

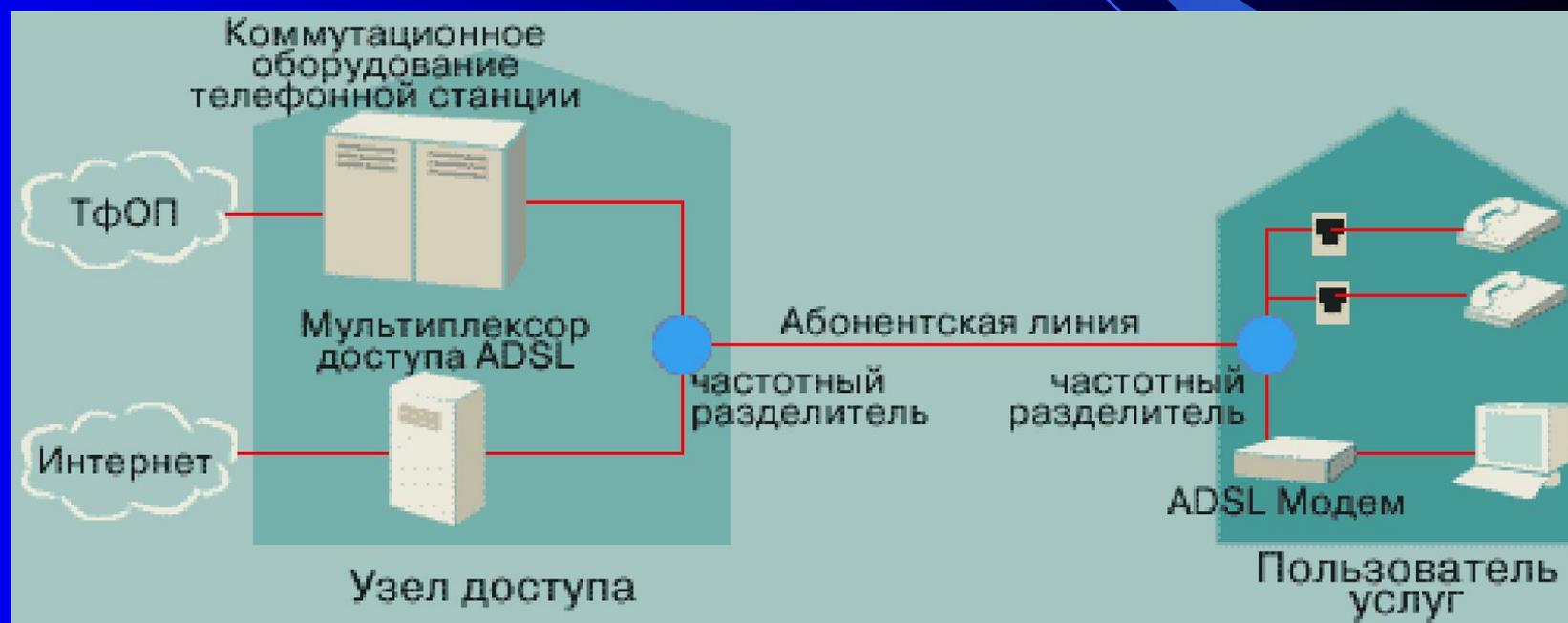
Технология G.Lite является компромиссным вариантом, когда скорость соединения приносится в жертву облегчению установки системы.

# Сплиттеры

Применяются в ADSL для разделения частотных диапазонов, используемых для передачи голоса и данных, позволяют одновременно передавать голос и данные по одной и той же телефонной линии.

- Полоса частот до 4 кГц используется только для традиционной телефонной связи.
- Высокочастотные сигналы подаются на модемы ADSL

# Система ADSL со сплиттером



# Технология G.Lite

позволяет предложить пользователям постоянно установленное высокоскоростное соединение с Интернет или доступ к корпоративной ЛВС по существующей кабельной инфраструктуре

Отсутствие сплиттера в инфраструктуре системы позволяет отказаться от выезда технических специалистов домой к пользователю для установки оборудования, что снижает затраты и экономит время

# Система G.Lite



# Плюсы G.Lite

- обеспечивает скорость передачи данных почти в 30 раз большую, чем у самого быстрого аналогового модема
- соответствует промышленным стандартам
- отсутствует необходимость использовать сплиттер
- не требует модернизации проводки внутри помещения
- модемы сопоставимы по стоимости с традиционными аналоговыми модемами

# Минус G.Lite

нежелательное взаимное влияние  
телефонных сигналов и сигналов  
передачи данных – ухудшает качество  
телефонной связи

## Борьба с минусом

- снижения мощности передачи модема G.Lite во время телефонного разговора
- быстрая перенастройка ("fast retrain") модемов ADSL , что позволяет восстанавливать скорость "восходящего" потока данных, когда пользователь поднимает трубку телефонного аппарата.
- применение микрофильтров

# G.Lite vs ADSL (1)

- Использование технологии G.Lite исключает необходимость использования сплиттера для разделения голоса и данных, а также прокладки отдельной линии в помещении пользователя от сплиттера до модема DSL.
- Технология G.Lite позволяет в некоторых случаях даже исключить необходимость в микрофильтрах, ограничивая их установку только в те телефонные розетки, качество телефонной связи по которым ухудшается при высокоскоростной передаче данных.

## G.Lite vs ADSL (2)

- Технология G.Lite позволяет использовать любую розетку в доме для подключения модема DSL, а не только одну определенную розетку, к которой идет отдельная линия от сплиттера.
- Технология G.Lite поддерживает устойчивость работы телефонной сети внутри помещения пользователя, даже если после завершения инсталляции системы к этой сети подключаются новые устройства, например, телефонные аппараты или автоответчики.

# ***HDSL II (High data rate Digital Subscribe Line II)***

*Вариант технологии HDSL, который  
обеспечивает те же самые технические  
характеристики при использовании  
одной телефонной линии.*

## Изначально в качестве основы

для реализации HDSL2  
рассматривались:

- симметричная передача с эхоподавлением (SEC) и
- частотное мультиплексирование (FDM)

но обе были отклонены из-за присущих  
им недостатков

# В качестве основы HDSL II

была принята система передачи с перекрывающимся, но несимметричным распределением спектральной плотности сигнала, передаваемого в различных направлениях, использующая 16-уровневую модуляцию PAM (Pulse Amplitude Modulation).

# **TC-PAM (Trellis coded PAM)**

*16-уровневая амплитудно-импульсная модуляция, в символе находятся три бита полезной информации и дополнительный бит (кодирование для защиты от ошибок). Используются решетчатые (Trellis) коды, которые за счет введения избыточности передаваемых данных позволили снизить вероятность ошибок, что дало выигрыш в соотношении сигнал шум в 5 dB.*

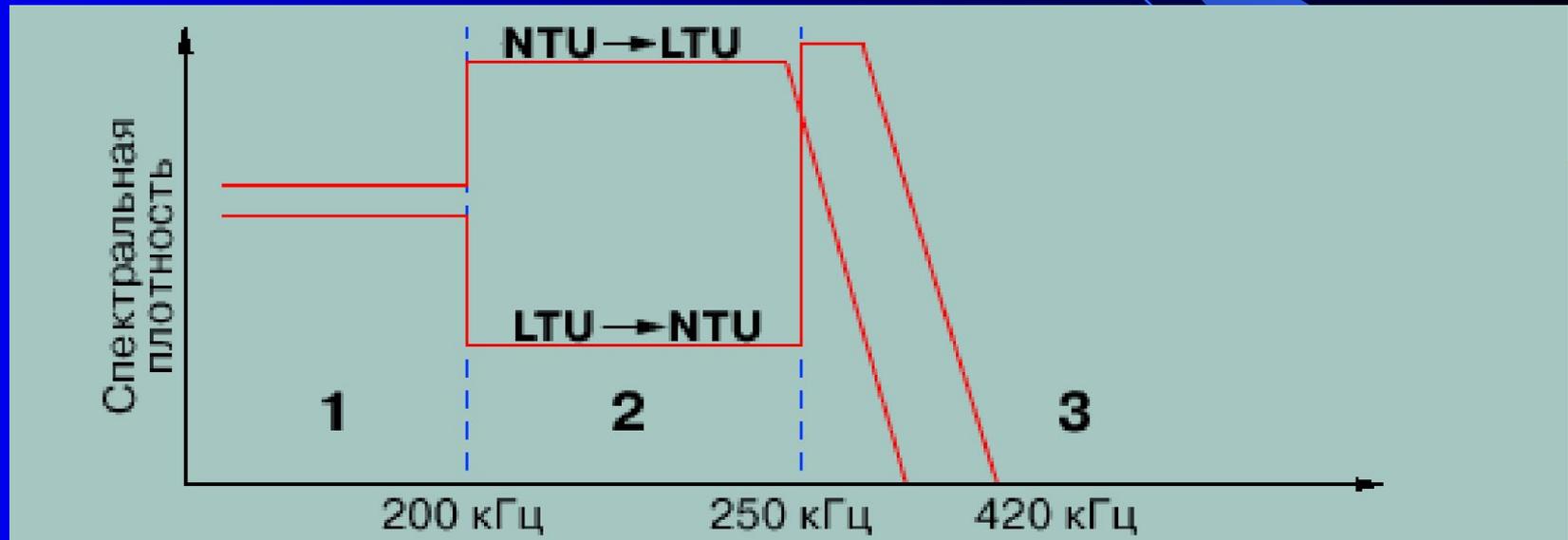
# OPTIS

(Overlapped PAM Transmission with  
Interlocking Spectra)

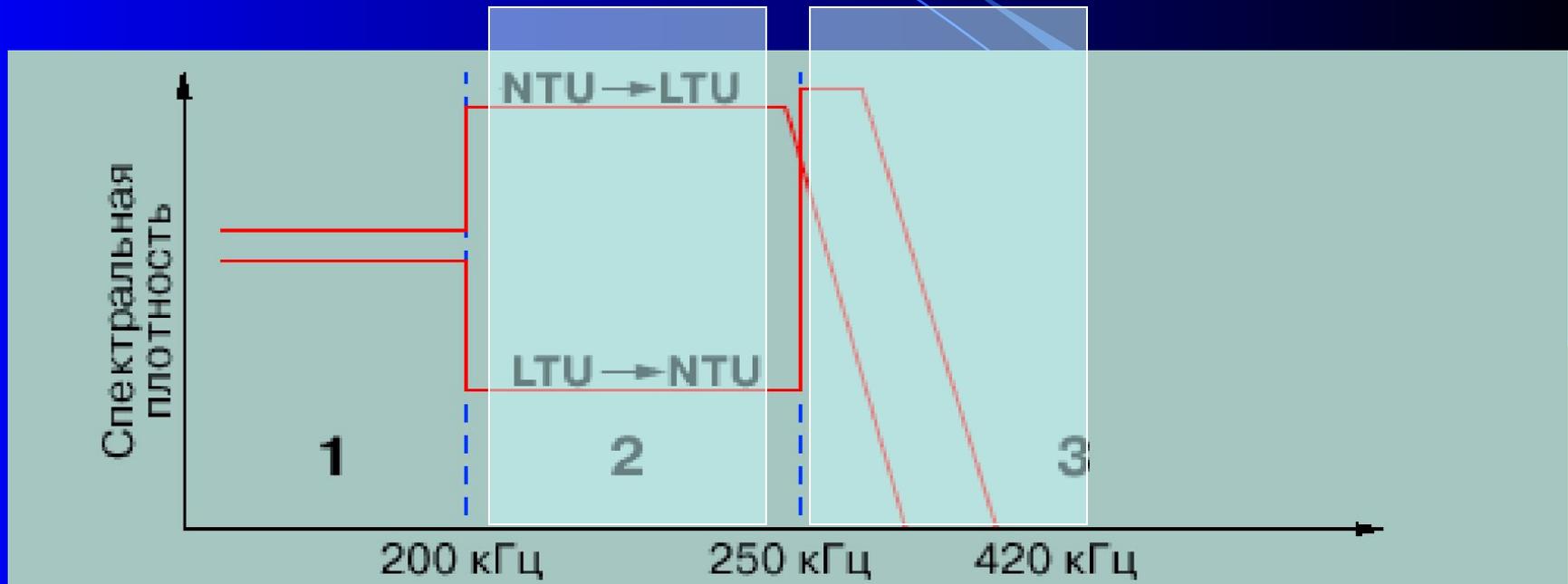
## Пара аббревиатур:

- **NTU (Network Termination Unit)**  
*Сетевое окончание. Абонентское оборудование*
- **LTU (Line Termination Unit)**  
*Линейное окончание. Оборудование на узле связи*

# Спектральная плотность сигнала G.shdsl

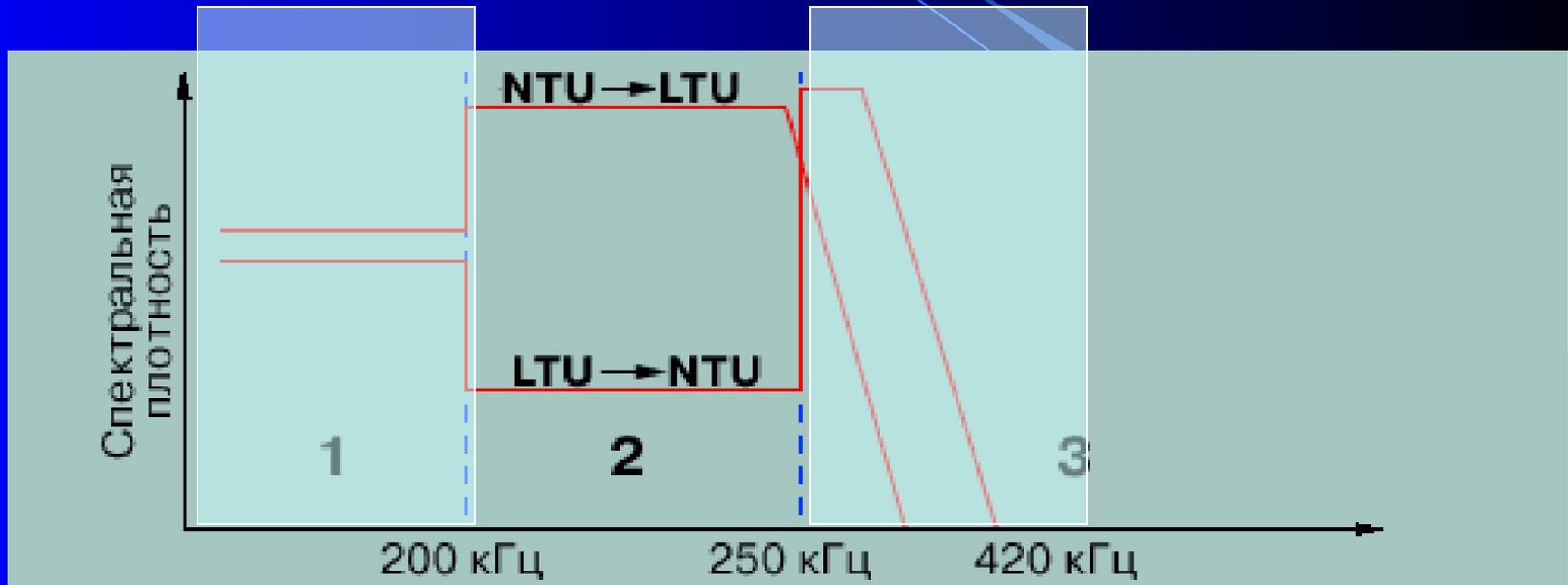


## В первой области



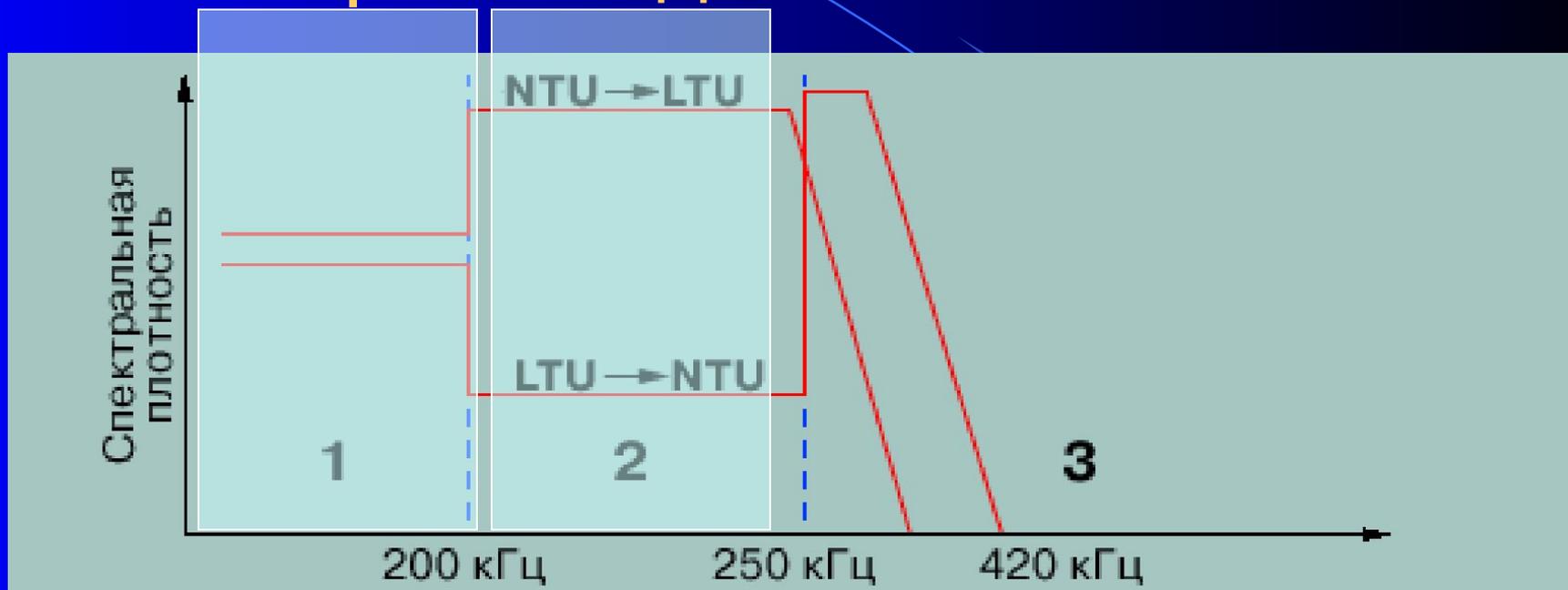
диапазона частот (0-200 кГц), где переходное влияние минимально, спектральные плотности сигналов, передаваемых в обе стороны одинаковы

## Во втором диапазоне



частот (200-250 кГц) спектральная плотность сигнала от LTU к NTU уменьшена, чтобы снизить его влияние на сигнал в обратном направлении в этой области частот.

## В третьем диапазоне частот



спектральная плотность сигнала от LTU к NTU максимальна, поскольку сигнал в обратном направлении в этой области почти отсутствует, и отношение сигнал/шум для сигнала на входе NTU оказывается высоким

В одном кабеле

могут работать не только системы HDSL2,  
но и системы ADSL

# Помехи от системы HDSL2

в нисходящем тракте системы ADSL (от LTU к NTU):

- меньше помех от системы HDSL, работающей по двум парам, и
- существенно меньше помех от системы HDSL, использующей код 2B1Q и работающей по одной паре на полной скорости.

# G.shdsl

*Технология передачи данных по одной симметричной витой паре, выполненная в соответствии со стандартом G.991.2. G.shdsl использует способы линейного кодирования и технологию модуляции, похожие на HDSL2.*

Утвержден в феврале 2001.

## В основе G.shdsl

основные идеи HDSL2, получившие дальнейшее развитие.

Была поставлена задача, используя способы линейного кодирования и технологию модуляции HDSL2, снизить взаимное влияние на соседние линии ADSL при скоростях передачи выше 784 Кбит/с.

# Преимущества:

- использует более эффективный линейный код по сравнению с 2B1Q - при любой скорости сигнал G.shdsl занимает более узкую полосу частот, чем соответствующий той же скорости сигнал 2B1Q
- помехи от систем G.shdsl на другие системы xDSL имеют меньшую мощность по сравнению с помехами, создаваемыми HDSL типа 2B1Q
- спектральная плотность сигнала G.shdsl имеет такую форму, которая обеспечивает его почти идеальную спектральную совместимость с сигналами ADSL.

# Необходимые протоколы

- E1,
- ATM,
- TCP/IP,
- PCM,
- ISDN.

# E1

Используемая в Европе цифровая сеть передачи данных (эквивалент американской сети T1), обеспечивающая скорость передачи данных 2,048 Мбит/с и поддерживающая 30 каналов передачи голоса или данных с полосой 64 Кбит/с и 1 канал 64 Кбит/с для передачи сигналов управления.

# E3

Используемая в Европе цифровая сеть передачи данных (эквивалент американской сети T3), обеспечивающая скорость передачи данных 34 Мбит/с и поддерживающая 16 каналов E1 и 1 канал передачи сигналов управления.

# PCM (Pulse Code Modulation)

Импульсно-кодовая модуляция, ИКМ.  
Метод кодирования аналогового сигнала  
(например, речи) для передачи его в  
цифровой форме (в телефонии  
используется скорость передачи данных  
64 Кбит/с).

# TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

Протокол управления передачей/протокол Интернет.

Метод передачи данных с коммутацией пакетов, который используется в сети Интернет. Протоколом определяется разделение сигнала на пакеты, а также добавление к каждому пакету адресной информации, необходимой для того, чтобы пакет достиг адресата и было восстановлено оригинальное сообщение.

# Packet

## Пакет

В сети передачи данных представляет собой блок данных, имеющий определенную структуру, которая зависит от используемого протокола.

Обычно включает в себя управляющую информацию (адрес получателя и и т.п.), передаваемые данные, биты контроля и исправления ошибок.

# Packet Switching

Коммутация пакетов.

Коммутационная система, физическое соединение в которой устанавливается только на время передачи данных. Сообщение на передающей стороне коммуникационного тракта разбивается на пакеты и собирается в исходном виде на приемной стороне. Пакеты по сети могут передаваться по различным коммуникационным линиям. Данный принцип передачи данных противоположен передаче данных по сети с коммутацией линий, когда все данные передаются целиком и по одному коммуникационному тракту, установленному на весь сеанс передачи данных.

# Packet Switched Network

Сеть с коммутацией пакетов. Коммуникационная сеть, использующая технологию коммутации пакетов.

# ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Асинхронный режим передачи. Представляет собой технологию, разработанную для обеспечения высокоскоростной передачи голоса, видеоизображения и данных по телефонной сети общего пользования. Метод заключается в передаче пакетов данных фиксированной длины и предназначается, в основном, для высокоскоростной передачи данных различного типа при значительной протяженности линий связи. Режим АТМ является асинхронным потому, что пакеты данных отдельных пользователей передаются аperiodически.

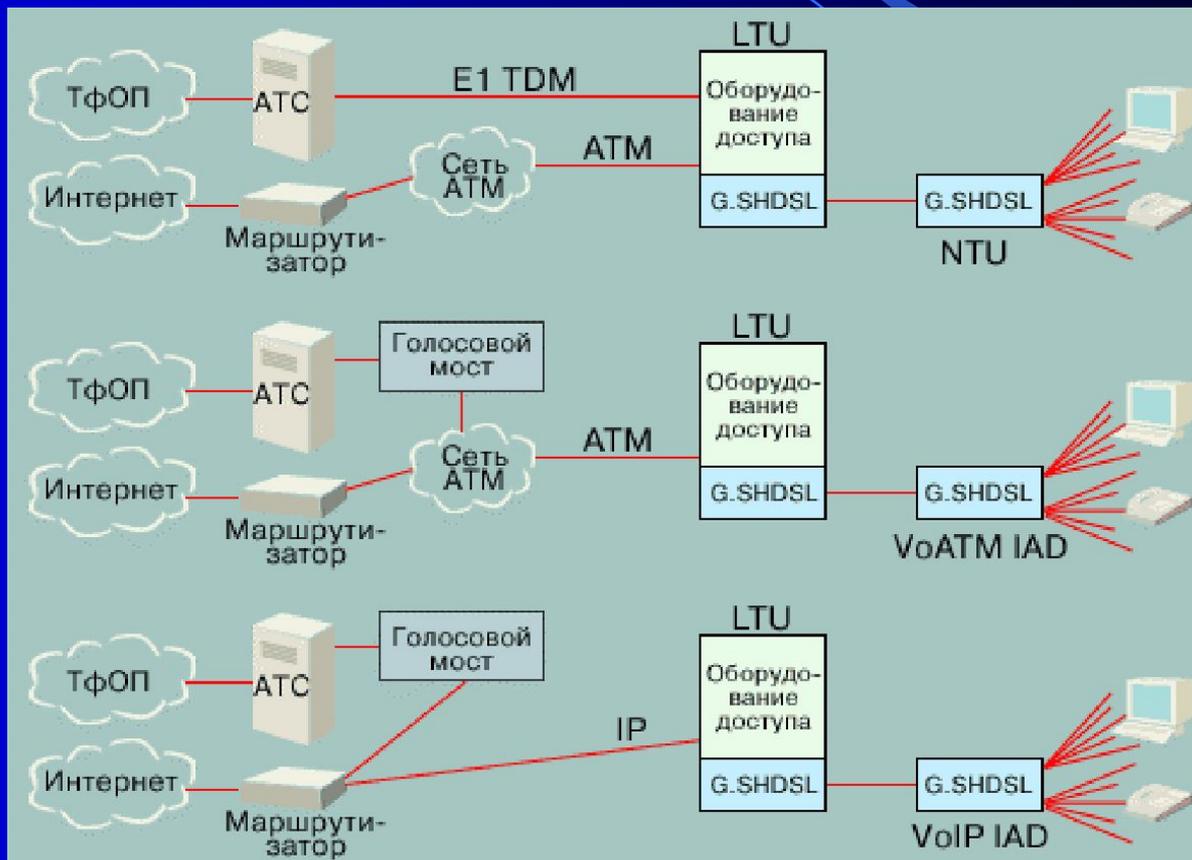
# G.shdsl как нельзя лучше подходит для организации последней мили

- при максимальной скорости она обеспечивает передачу 36 стандартных голосовых каналов.
- ADSL позволяет организовать лишь 9 голосовых каналов, не оставляя места для передачи данных.

# Работа с приложениями реального времени

- ограничена максимальная задержка данных в канале передачи (не более 500 мс).
- Наиболее используемыми приложениями этого вида для G.shdsl являются передача голоса VoDSL во всех ее разновидностях (PCM - обычный цифровой канал телефонии, VoIP - голос через IP и VoATM- голос через ATM) и видеоконференцсвязь

# Примеры использования оборудования G.shdsl



# Router

Маршрутизатор.

Центральное коммутационное устройство в компьютерной сети с коммутацией пакетов, которое направляет потоки данных по сети и контролирует их передачу. Для выполнения данной функции используются протоколы маршрутизации, содержащие информацию о сети и алгоритмы выбора наилучшего пути на основе определенных критериев.

# G.shdsl vs 2B1Q HDSL

G.shdsl, по сравнению с однопарным вариантом 2B1Q HDSL, позволяет:

- увеличить на 35-45% скорость передачи при той же дальности
- или
- увеличить дальность на 15-20% при той же скорости

# ***SDSL (Symmetrical Digital Subscriber Line)***

*Симметричная цифровая абонентская линия.*

*Является вариантом HDSL, использующим только одну витую пару телефонных проводов и обеспечивающим одинаковую скорость передачи данных как в сторону пользователя, так и от него.*

*Чаще всего под SDSL подразумевают технологию G.shdsl.*

# Симметричная или двухпроводная линия DSL

(SDSL) является самой новой технологией семейства DSL и, с точки зрения требований, является следующей ступенью развития данных технологий. Данная технология является симметричной и базируется на более ранней технологии HDSL, но имеет целый ряд усовершенствований, которые позволяют более гибко организовать передачу данных по одной паре проводов.

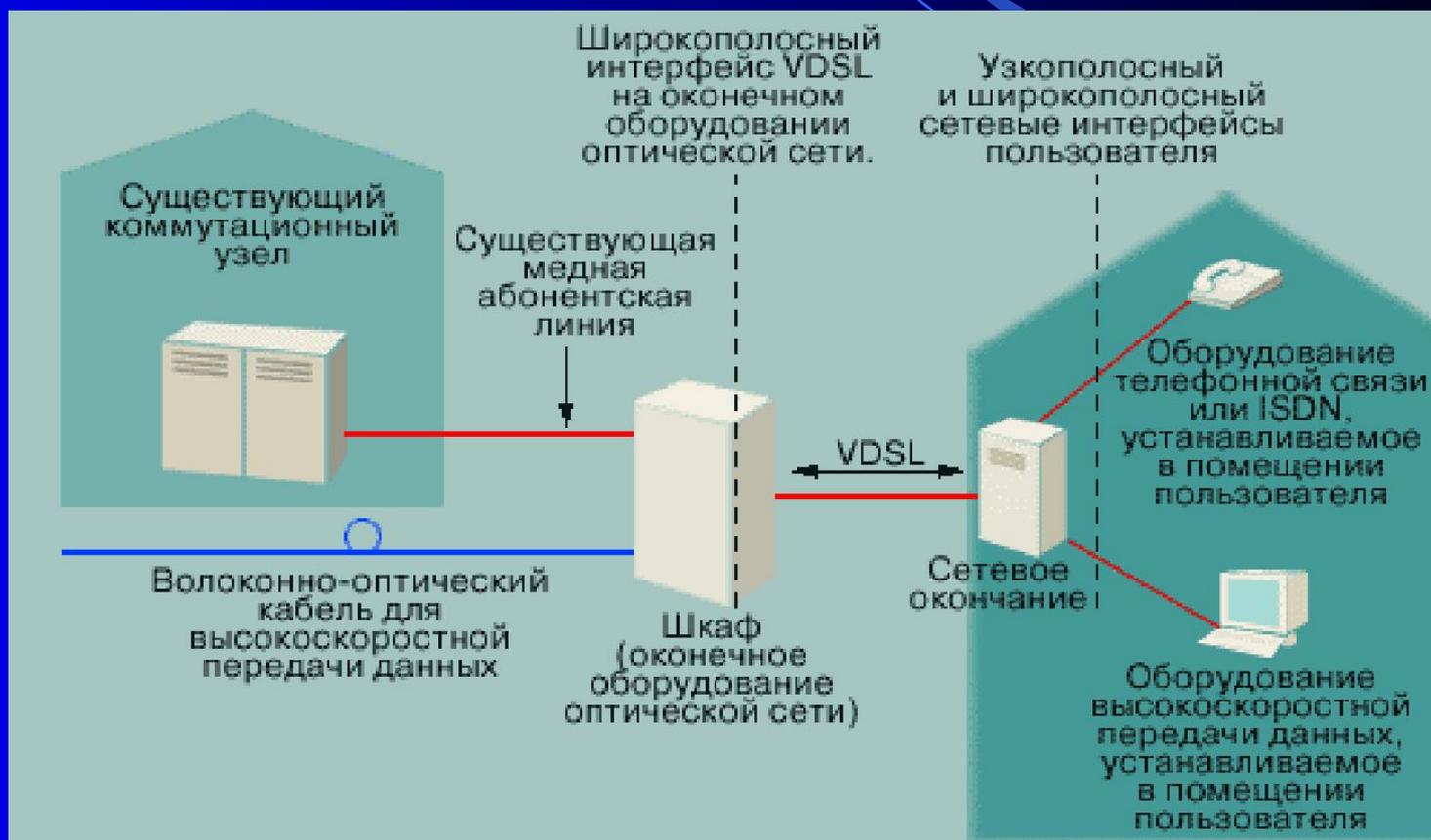
# Технология VDSL

# VDSL (Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line)

Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия.

Технология xDSL, обеспечивающая самую высокую скорость передачи данных по одной витой паре телефонных проводов. VDSL поддерживает скорость передачи данных до 52 Мбит/с по направлению к пользователю и до 2,3 Мбит по направлению от пользователя при небольшом расстоянии передачи (от 300 до 1300 метров). Данная технология идеально подходит для передачи видеосигнала, но также поддерживает все услуги ADSL

# Концепция VDSL



## СМЫСЛ

Технология VDSL может рассматриваться как экономически эффективная альтернатива прокладыванию волоконно-оптического кабеля до конечного пользователя. Однако, максимальное расстояние передачи данных для этой технологии составляет от 300 метров до 1300 метров

# Тип модуляции VDSL

Технология VDSL использует квадратурную амплитудную модуляцию QAM, количество точек на символ от 4 до 256.

# Технология VDSL-DMT

Технология VDSL-DMT совместима с существующей ADSL и может поддерживать современные DSL-модемы там, где невозможны более высокие скорости VDSL

# Необходимые интерфейсы

Модемы VDSL должны иметь порты как ATM (телекоммуникационный протокол передачи голоса и данных), так и Ethernet порты, особенно в приложениях уровня центрального офиса

# Ethernet

Стандарт организации ЛВС, используемых для соединения со скоростью передачи данных до 10 Мбит/с устройств, находящихся на небольшом удалении друг от друга. Относится к первому уровню (физический) и второму уровню (канальный - канал передачи данных). Базируется на методе доступа CSMA/CD (Carrier sense multiple access/collision detection - множественный доступ к среде с обнаружением конфликтов и детектированием несущей)

# Fast Ethernet

Стандарт организации ЛВС, используемых для соединения со скоростью передачи данных до 100 Мбит/с устройств, находящихся на небольшом удалении друг от друга. Относится к первому уровню (физический) и второму уровню (канальный - канал передачи данных). Как и Ethernet, базируется на методе доступа CSMA/CD (Carrier sense multiple access/collision detection - множественный доступ к среде с обнаружением конфликтов и детектированием несущей).

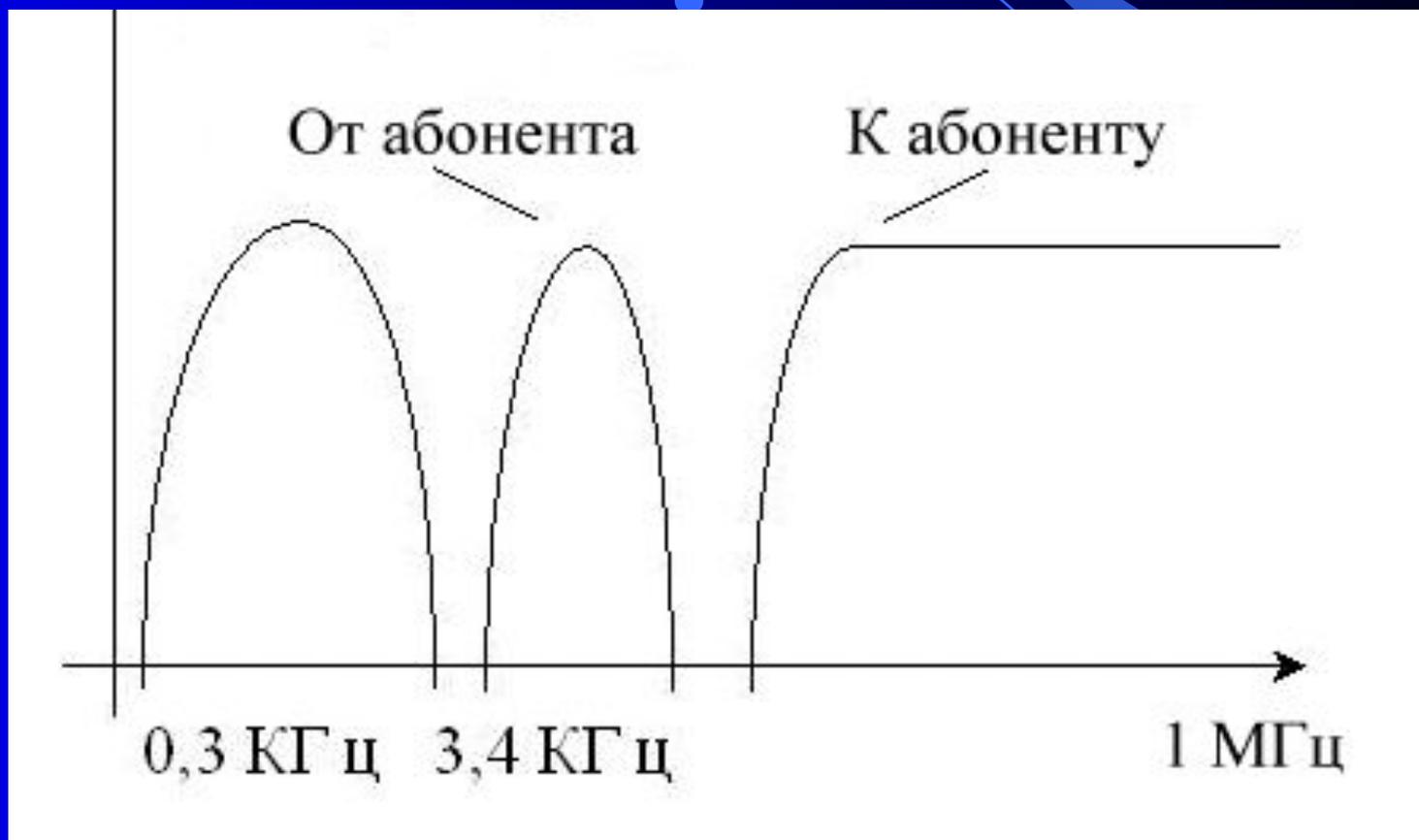
# Сравнение различных технологий передачи данных

Технология DSL	Макс. скорость	Макс. расстояние	Требуемое кол-во телефонных пар
IDSL	144Кбит/с	5500 м.	1
HDSL	2Мбит/с	3500 м.	2
SDSL	2Мбит/с	3500 м.	1
MSDSL	144Кбит/с – 2Мбит/с	5500 м.	1
SDSL (G.shdsl)	144Кбит/с – 2Мбит/с	6000 м.	1
ADSL	8Мбит/с – прием 1.5Мбит/с – передача	5500 м.	1
ADSL Lite	1.5Мбит/с – прием 512Кбит/с – передача	5500 м.	1
VDSL	52Мбит/с – прием 10Мбит/с – передача	1500 м.	1
Ethernet 10Base-T	10Мбит/с	90 м	2

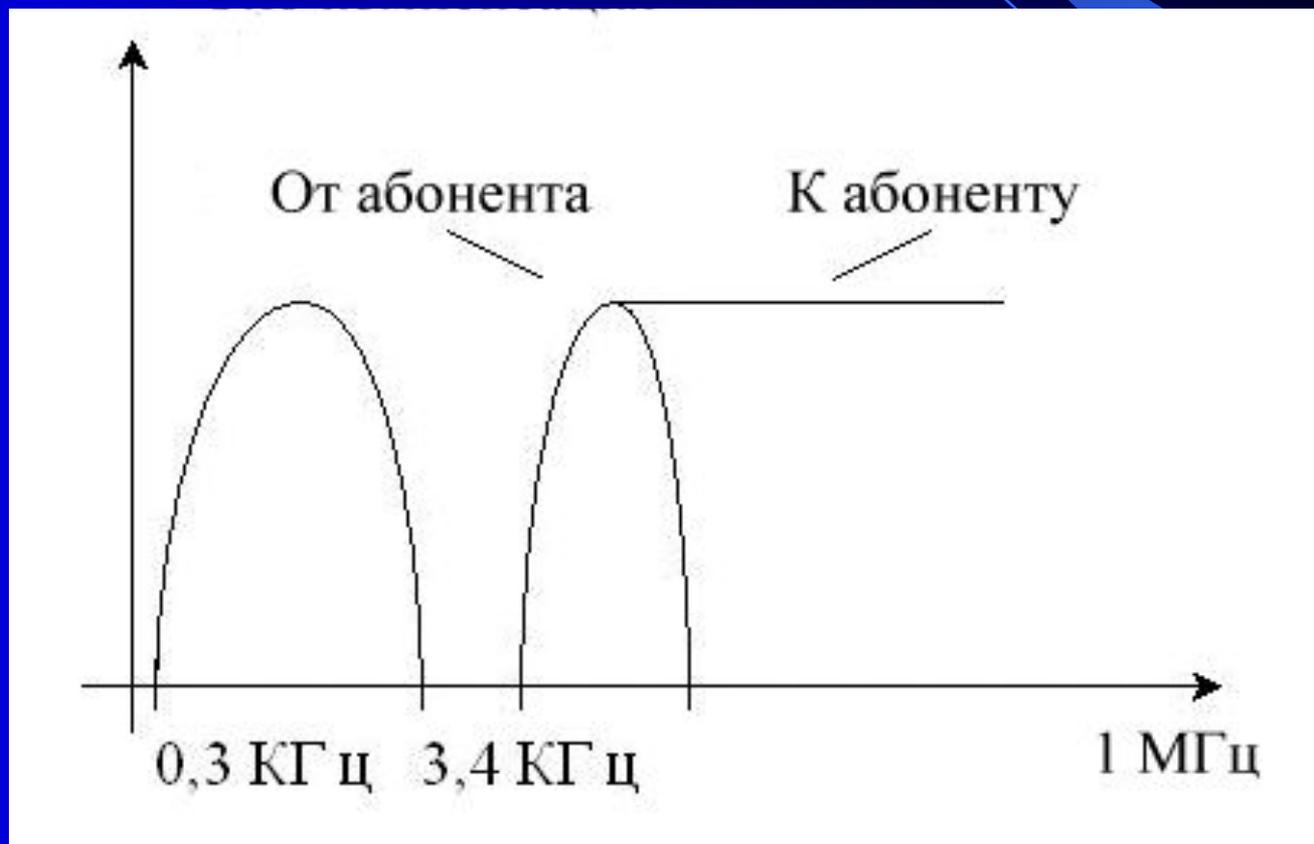
# xDSL с разделением по средствам и направлению передачи



# Мультиплексирование с частотным разделением каналов



# Эхокомпенсация



# **HomePNA (Home Phoneline Networking Alliance)**

*Технология для организации простой,  
высокоскоростной и относительно  
недорогой домашней сети, используя для  
этого существующую телефонную  
линию любого пользователя.*

# Изначально

главной целью HomePNA было создание доступной технологии домашней сети, работающей на скорости передачи данных 1 Мбит/с

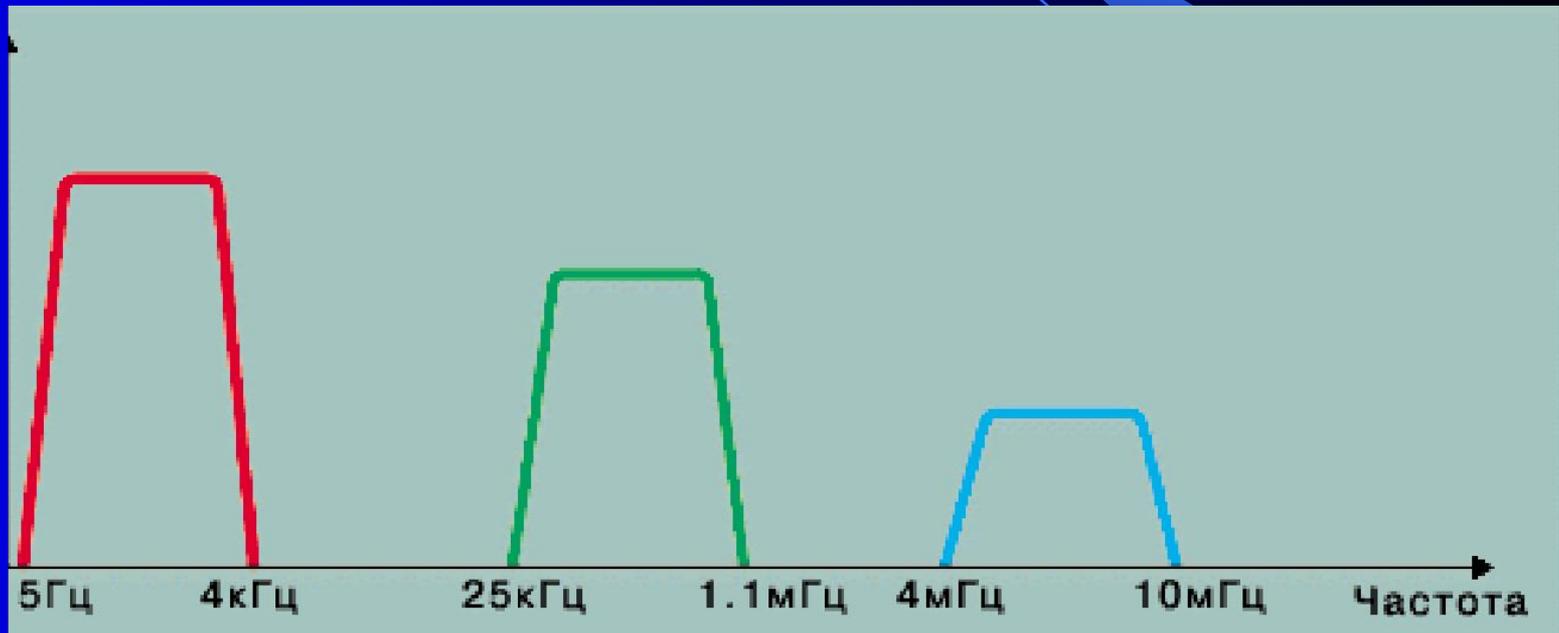
# Причины актуальности HomePNA

- *Совместное использование выхода в сеть Интернет.*
- *Совместное использование периферийного оборудования.*
- *Совместное использование файлов и прикладных программ.*
- *Возможность использования существующей проводки.*
- *карты сетевого интерфейса HomePNA имеют невысокую стоимость.*

Сеть поддерживает высокую скорость передачи данных на расстояниях:

- между узлами не менее 150 м (для HomePNA 1.0). Обычно это соответствует телефонной проводке дома площадью до 1000 м<sup>2</sup>.
- версия стандарта (HomePNA 2.0) - не менее 350 м.

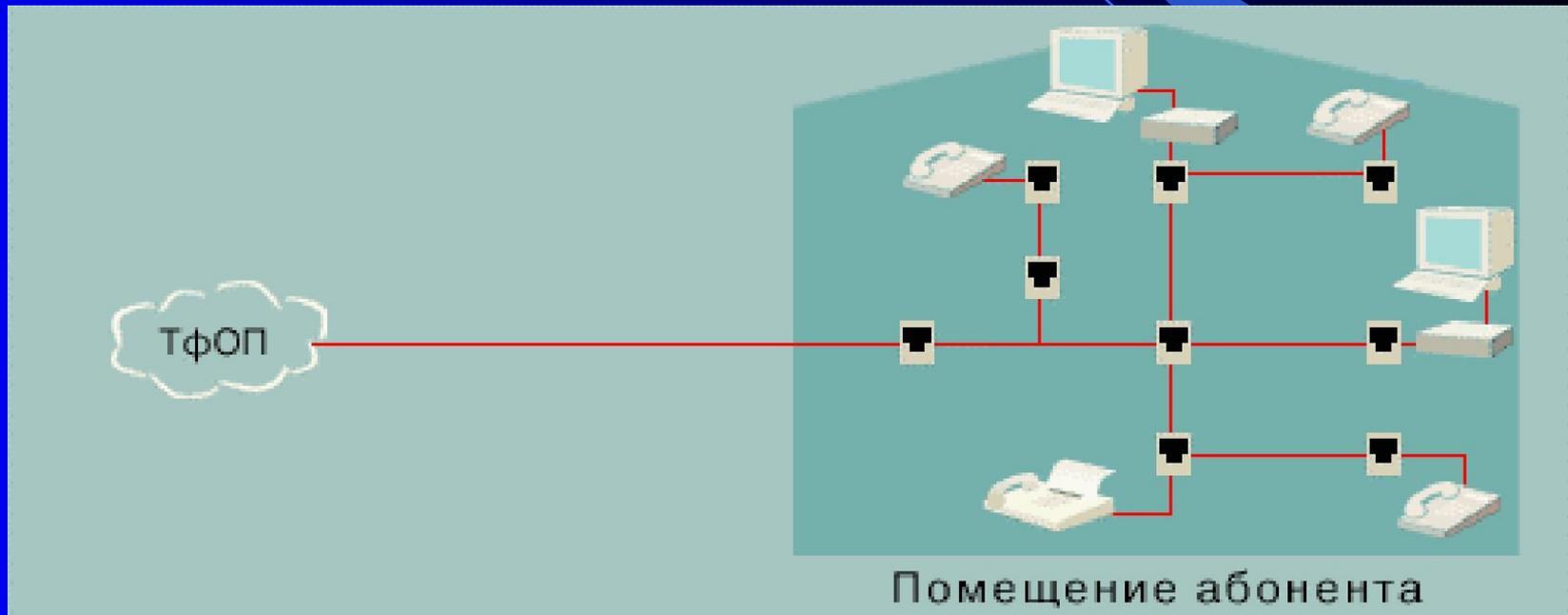
В одной паре телефонных проводов организуется три частотно разделенных канала, используемых для одновременной передачи голоса, работы xDSL устройств и передачи трафика домашней сети



# Основные особенности технологии организации домашних сетей

- Возможность использования совершенно случайных и нестандартных топологий проводки
- Работа в условиях сильного затухания сигнала и его отражений, которые характерны для разветвленных топологий проводки
- Высокий уровень защиты от шумов изменяющегося уровня
- Невосприимчивость к динамическому изменению характеристик линии передачи

# Пример топологии домашней сети



# В HomePNA 1.0 используется методика IEEE 802.3 CSMA/CD

другими словами,

технология обеспечивает создание локальной сети Ethernet со скоростью передачи данных 1 Мбит/с на базе абонентской телефонной линии. Данная конструктивная особенность позволяет сети HomePNA взаимодействовать с огромным количеством совместимого с Ethernet программного обеспечения и оборудования.

# Большинство существующих

абонентских телефонных линий позволяет достичь скорости передачи данных до 100 Мбит/с, при использовании для этого частотного диапазона 2 - 30 МГц.

# компания Eriqram

создала технологию HomePNA 2.0  
следующего поколения, которая  
обеспечивает скорость передачи данных  
10 Мбит/с с возможностью увеличения в  
будущем этой скорости до 100 Мбит/с.