

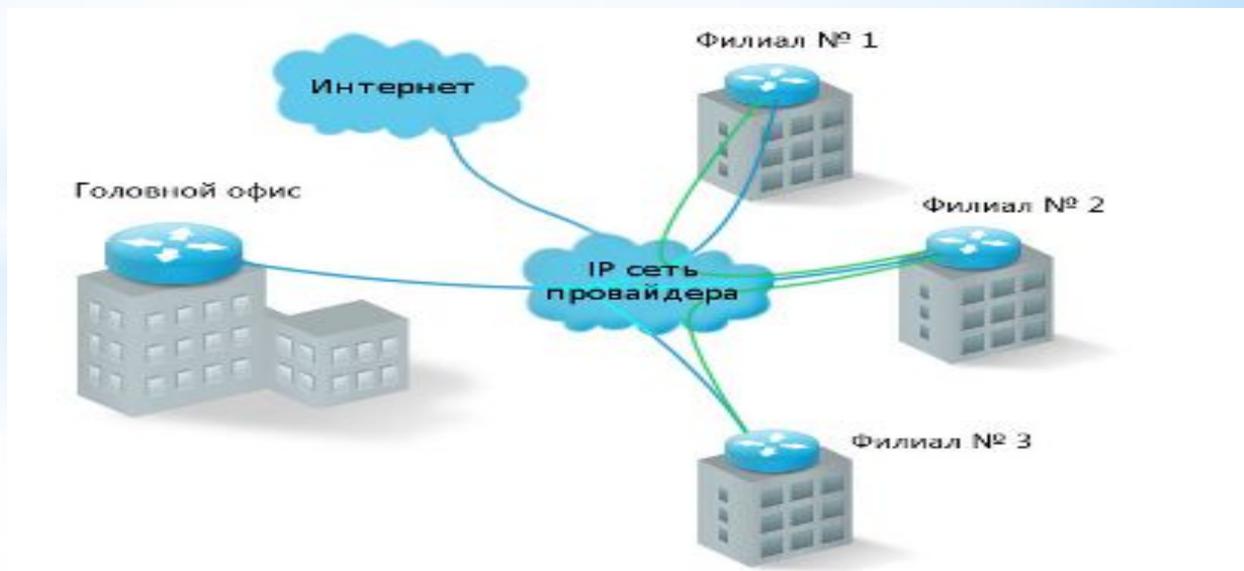
**\* NGN. Принципы построения  
и организации**

Уровень доступа

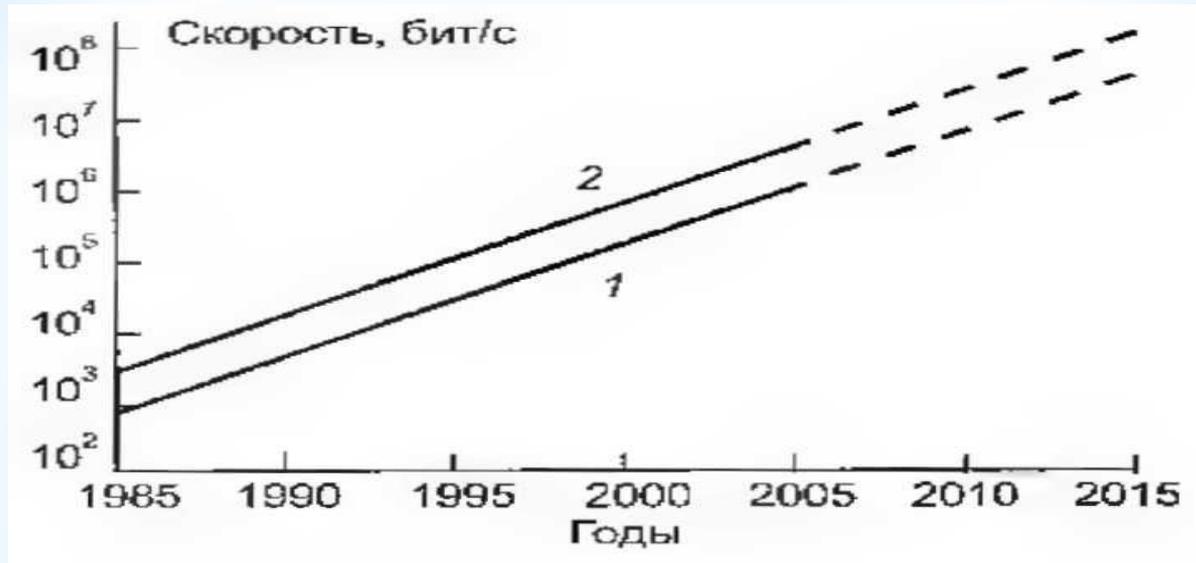
## \* Специфика технических решений уровня доступа

Сети доступа всегда создаются «по месту» и обеспечивают широкополосный доступ пользователя к NGN.

Задача сети доступа – подключить терминал к ресурсам транспортной сети и обеспечить высокую скорость обмена данными и относительно хорошие параметры качества ( QoS ).



На конец 2006 г. популярным каналом широкополосного доступа в России можно было считать канал в 250...300 кбит/с.



Оценка востребованной скорости широкополосного доступа в Европе для обычных (1) и активных (2) пользователей. Таким образом, сети доступа NGN развиваются как технологии обеспечения высокоскоростных каналов передачи данных, причем по мере развития сетей нового поколения ожидаемая скорость доступа растет экспоненциально.

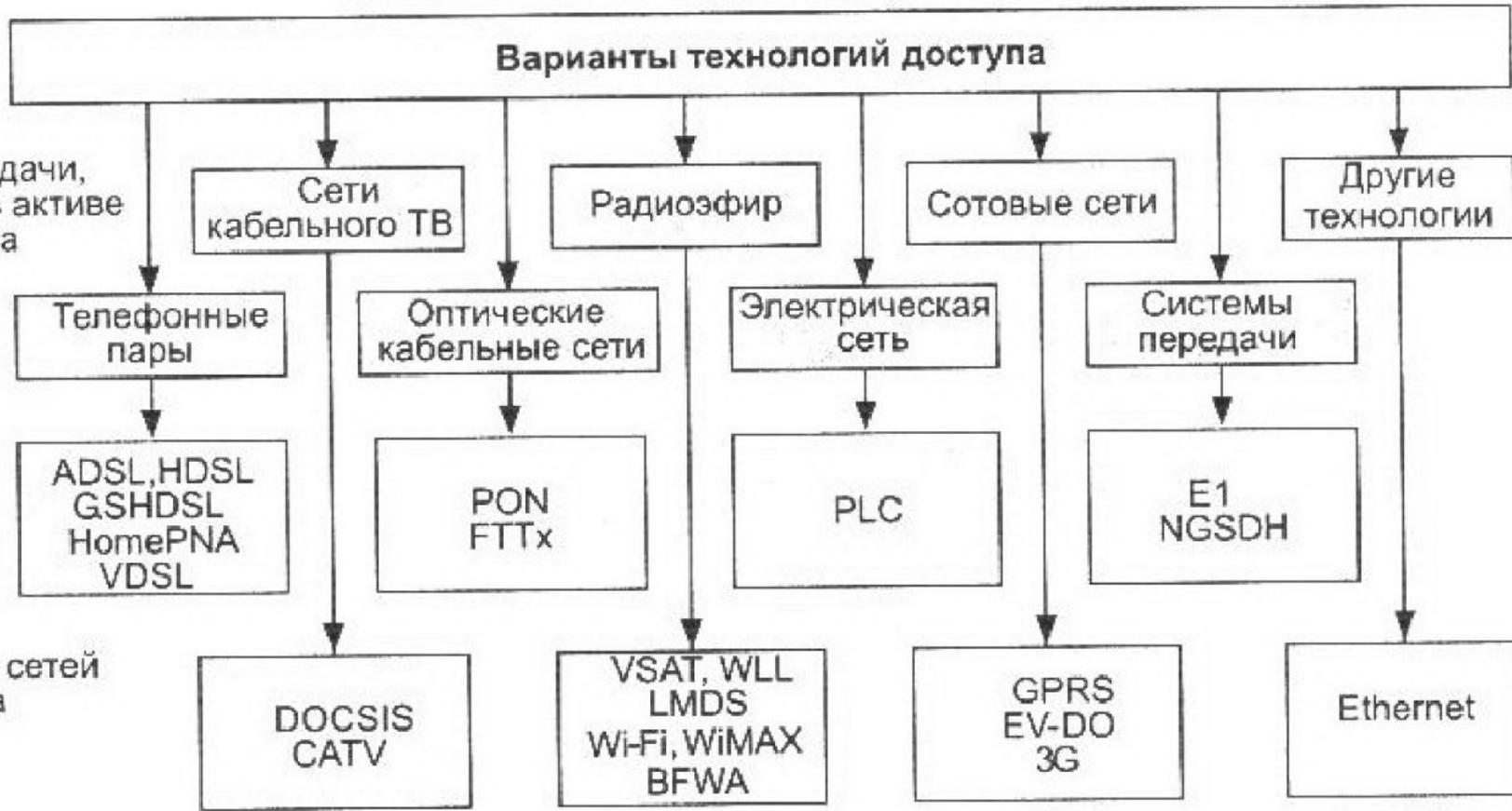
## \* Классификация технических решений

Классификация технологий доступа определяется средами передачи сигналов, которые имеются в активе у операторов:

- телефонные пары,
- сети кабельного телевидения,
- электрическая силовая сеть,
- ресурсы традиционных цифровых систем,
- сотовые сети.

Помимо имеющихся средств передачи, можно развернуть новые сегменты абонентских кабельных сетей:

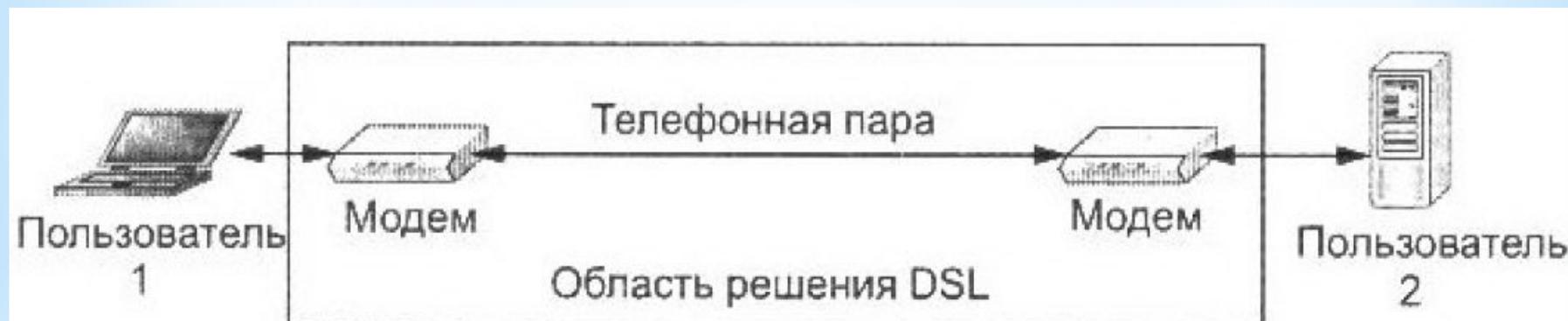
- прокладка оптических абонентских кабельных сетей,
- развертывание радиочастотных систем широкополосного доступа,
- развертывание систем доступа на базе технологии Ethernet.



На данный момент более 90% всего трафика NGN - это трафик Ethernet.

\* Технологии доступа на основе существующей инфраструктуры оператора.

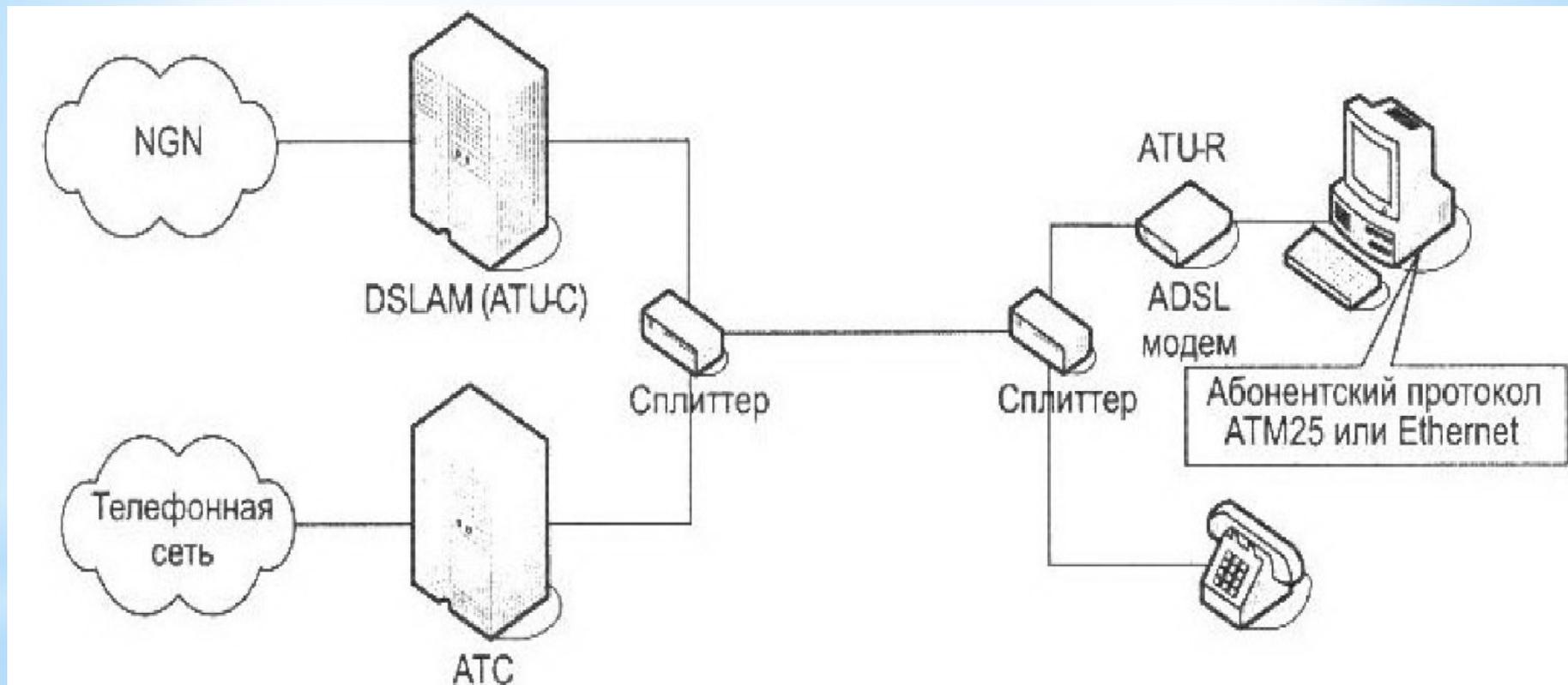
Семейство технологий доступа, использующее телефонные абонентские кабели, называют DSL (Digital Subscriber Loop) или ЦСПАЛ(цифровая система передачи по абонентским линиям).



Технологии IDSL, HDSL, SDSL, MDSL, G.SHDSL используют для цифровизации старых аналоговых систем передачи. На выходе формируется канал (обычно E1 - 2048 кбит/с).

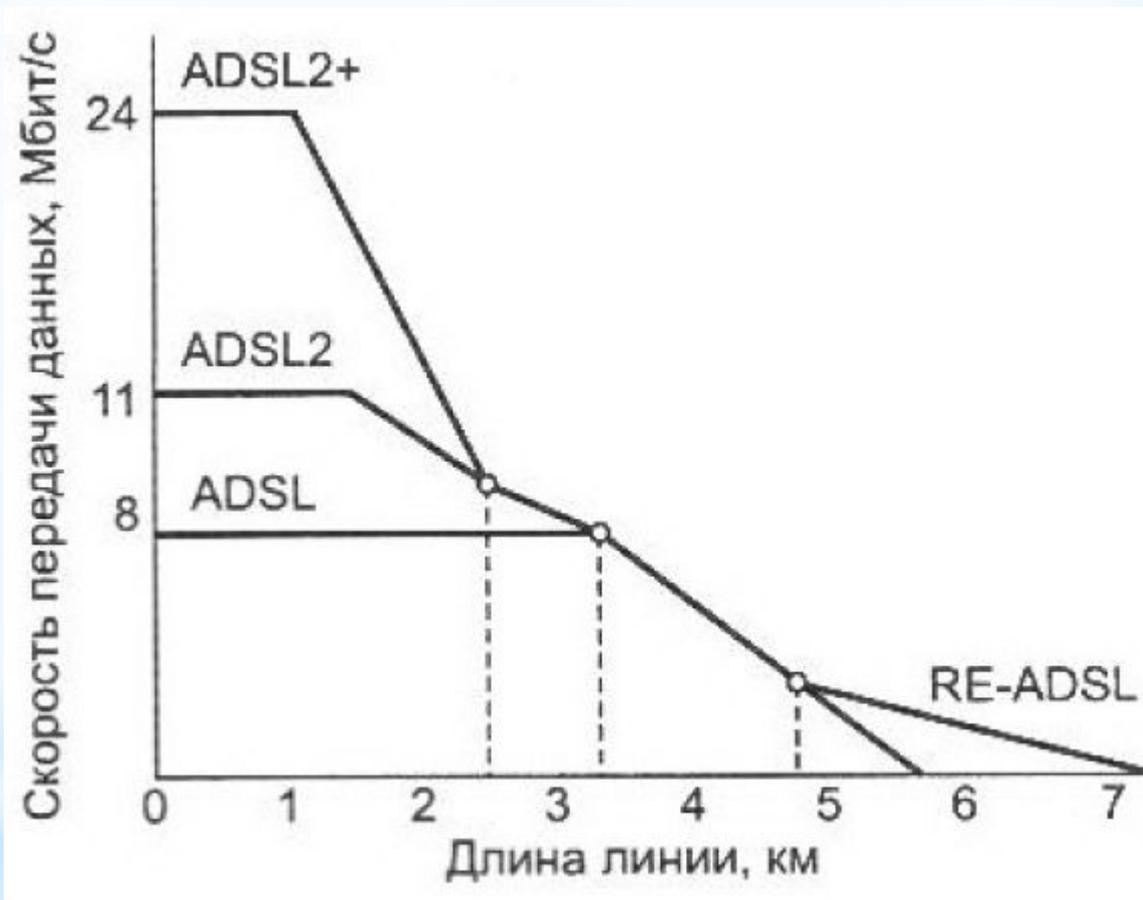
Такие технологии редко использовались для предоставления широкополосного доступа, так как в основном ориентировались на задачи цифровизации сигнала.

Технологии ADSL, ADSL2, ADSL2+, RE-ADSL - технологии асимметричного доступа, применяются для организации связи «клиент-сервер». Т.е. объём данных от клиента значительно меньше чем от сервера.

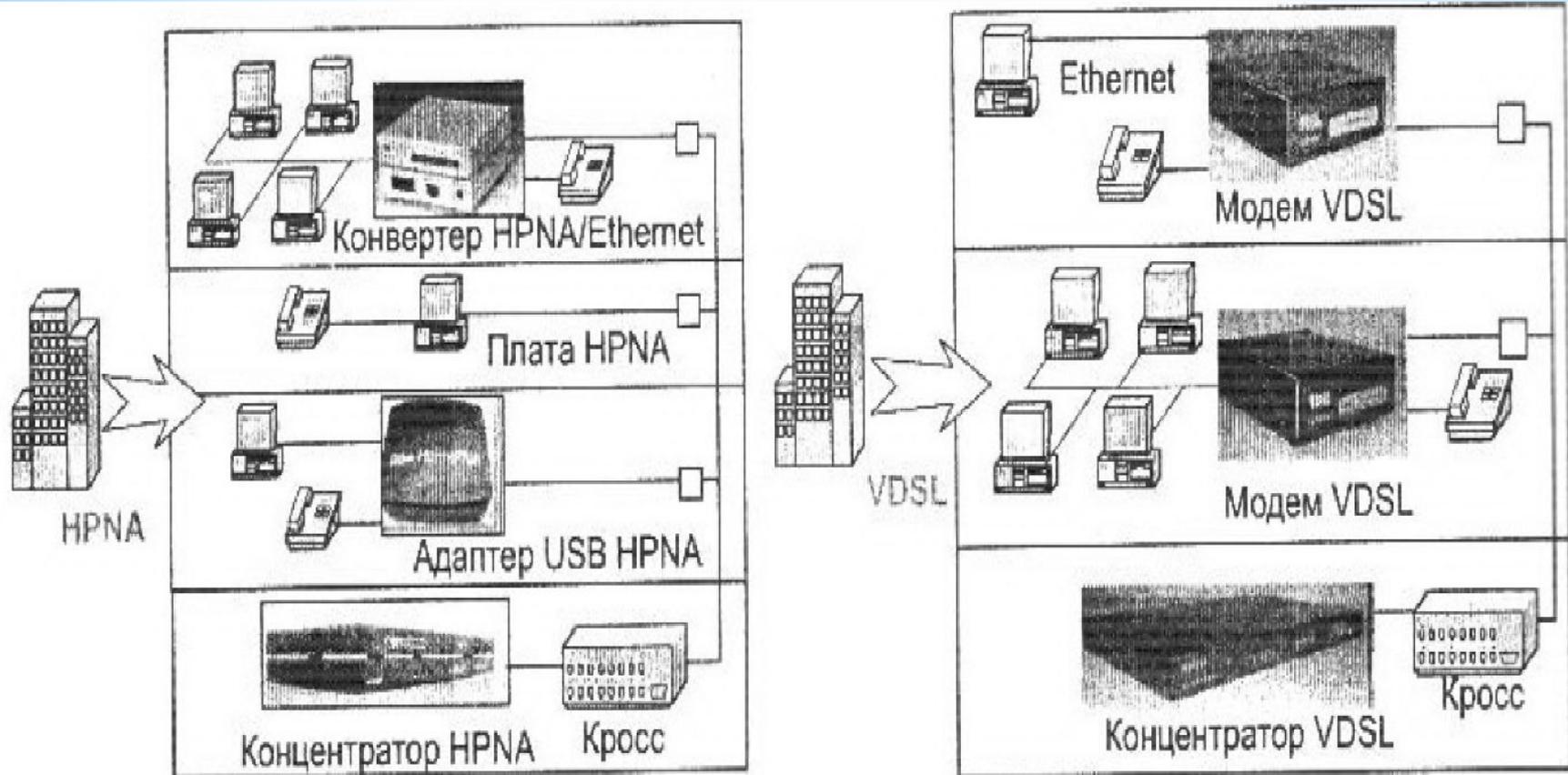


Модем DSLAM обеспечивает широкополосный доступ.

Технологии ADSL развивались с целью увеличения скорости трафика, однако скорость резко снижается в зависимости от расстояния:



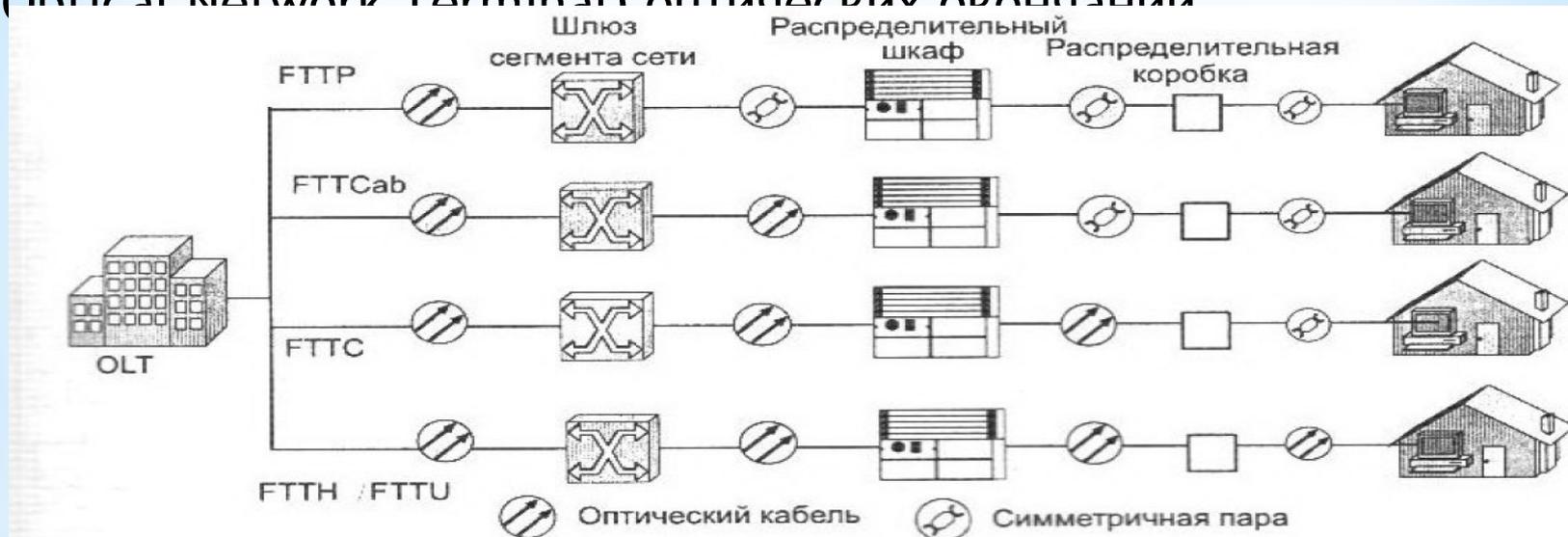
Технологии HPNA, VDSL используют для организации сети внутри здания:



Для организации каналов передачи данных используется абонентская телефонная проводка внутри здания. Обе технологии ориентированы на короткие длины кабелей. В обоих случаях для обеспечения внутриофисной системы доступа в техническом помещении дома/подъезда размещается концентратор HPNA/VDSL. Концентратор соединяется с транспортной сетью NGN через систему внеофисного доступа.

\* Технологии доступа на основе оптической инфраструктуры FTТх и PON.

В основе любой оптической сети доступа лежит взаимодействие элементов сетевого OLT(Optical Line Terminal) и терминального ONT(Optical Network Terminal) оптических оконечаний



Современные оптические кабельные системы обеспечивают практически неограниченную полосу передачи. Применение на оптических кабелях принципов спектрального мультиплексирования WDM позволяет передавать на одном кабеле до нескольких терабит в секунду.

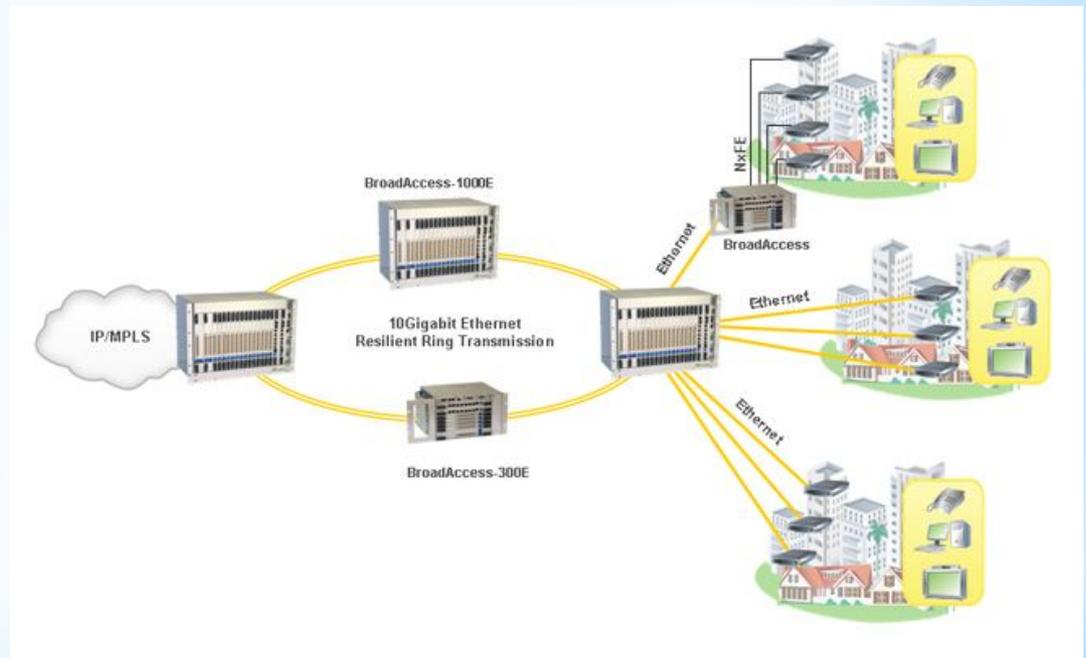
Операторы выбирают технологию FTTx в том случае, когда речь идет о новом строительстве. Легче проложить оптический кабель и не иметь проблем в будущем, чем использовать для той же задачи обычную витую пару с непонятными перспективами.

Технологии FTTx часто объединяют с современными технологиями внутриофисных сетей доступа - HPNA и VDSL.

Переход абонентской сети с традиционных кабелей на оптические технологии - вопрос времени. На данный момент технологии FTTx являются самыми перспективными, но вторыми по значимости в концепции доступа NGN.

## \* Городские сети Ethernet

Применение Ethernet в качестве технологии доступа в настоящее время связано с развертыванием локальных сетей в жилом секторе.



Всего в технологии Ethernet имеют место три кабельных системы:

- 1) магистральная для соединения распределителей между зданиями,
- 2) Магистральная вертикальная для соединения поэтажных распределителей с распределителем всего здания,
- 3) Горизонтальная кабельная система - кабели от розетки пользователя до этажного распределителя.

Кабельную систему Ethernet можно разделить на две составные части:

- 1) абонентская система здания, которая служит для подключения конечных пользователей к активному или пассивному оборудованию оператора внутри одного дома,
- 2) магистральная кабельная система, которая служит для объединения активного оборудования абонентских систем здания в единую инфраструктуру и их соединения с другими сетями, в том числе с Интернетом.

Преимущества	Недостатки
Дешевая в построении	Ограничения в длине сегмента, количестве компьютеров и активного оборудования
Хорошо подходит для организации сети с небольшим количеством компьютеров	При образовании колец из кабеля возникают наводки и помехи в сигнале
Легкая расширяемость сети	При повреждении центрального кабеля перестает функционировать вся сеть
	Снижение скорости передачи данных при большом количестве компьютеров
	Максимальная теоретическая скорость передачи составляет всего 10 Мбит/с

Основным преимуществом технологии Ethernet является ее масштабируемость, а также новизна бизнес-модели создания домашних сетей Ethernet.

Кабельную систему Ethernet можно разделить на две составные части:

- 1) абонентская система здания, которая служит для подключения конечных пользователей к активному или пассивному оборудованию оператора внутри одного дома,
- 2) магистральная кабельная система, которая служит для объединения активного оборудования абонентских систем здания в единую инфраструктуру и их соединения с другими сетями, в том числе с Интернетом.

Преимущества	Недостатки
Дешевая в построении	Ограничения в длине сегмента, количестве компьютеров и активного оборудования
Хорошо подходит для организации сети с небольшим количеством компьютеров	При образовании колец из кабеля возникают наводки и помехи в сигнале
Легкая расширяемость сети	При повреждении центрального кабеля перестает функционировать вся сеть
	Снижение скорости передачи данных при большом количестве компьютеров
	Максимальная теоретическая скорость передачи составляет всего 10 Мбит/с

Основным преимуществом технологии Ethernet является ее масштабируемость, а также новизна бизнес-модели создания домашних сетей Ethernet.

## \* Системы радиодоступа

Системы радиодоступа имеют следующие стратегические преимущества перед проводными системами:

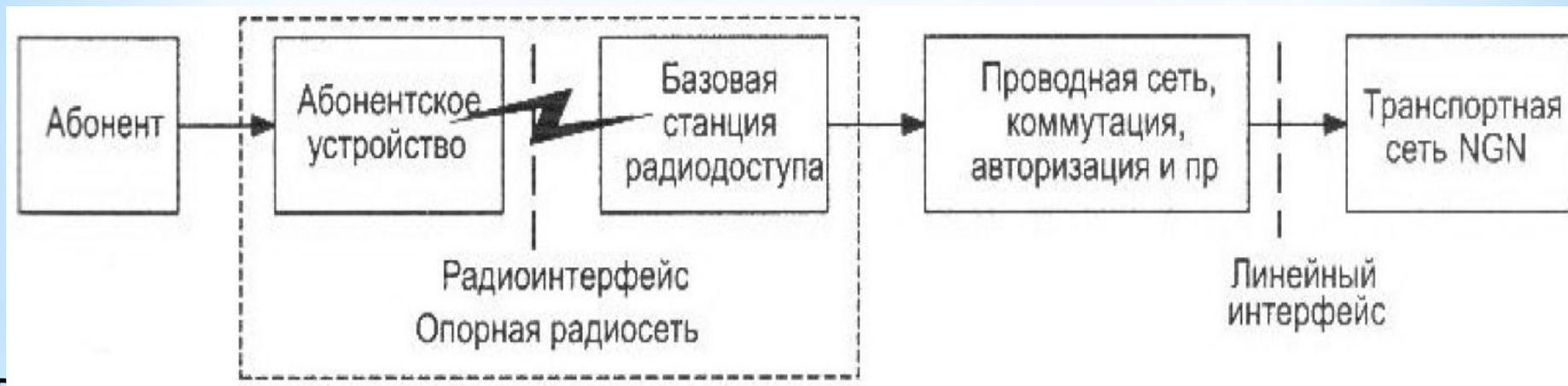
- затраты на строительство минимальны, поскольку для системы радиодоступа не нужна кабельная система,
- услуги широкополосного доступа доступны любому пользователю в пределах зоны покрытия сети радиодоступа,
- сети радиодоступа могут обслуживать не только фиксированных абонентов, но и мобильных.

Вместе с этим использование радиоэфира в качестве среды передачи сигналов имеет ряд недостатков:

- качество услуг в сетях радиодоступа ниже (помехи, экранирование и т.д.),
- ограниченный радиоэфир,
- полная доступность на всей территории зоны покрытия выдвигает на первый план необходимость решения вопросов аутентификации, авторизации, тарификации.

## Обобщенная структура системы радиодоступа.

Абоненты широкополосного доступа подключаются к радиосети с использованием абонентских устройств. Радиосигнал передается на базовую станцию системы радиодоступа, где преобразуется снова в данные пользователя.



Размер зоны охвата разделяет все системы доступа на пять категорий: глобальные (WAN), региональные (RAN), городские (MAN), локальные (LAN) и персональные (PAN).

WAN, RAN, MAN - до 30 км.

LAN - до 3 км.

PAN - до 100 м.

Из перспективных технологий радиодоступа, которые легко интегрируются в современные сети NGN, рассматриваются две технологии: Wi-Fi, WiMAX.

Современная сетевая технология коммерческого Wi-Fi предполагает разделение сети на две подсистемы: подсистема сбора трафика в виде пятен, размещаемых в точках, где можно встретить пользователей, и подсистемы управления, где содержится сервер идентификации, сервер биллинга, вэб-портал, сервер авторизации.



# Технология WiMAX напоминает технологию Wi-Fi по структуре. Сравнительная характеристика технологий приведена на рисунках.

Показатель	Стандарт 802.16 (WiMAX)	Стандарт 802.11 (Wi-Fi)
<b>Эффективность</b>		
Пропускная способность	Обеспечивается эффективное использование радиочастотного ресурса	Уменьшается с каждым новым абонентом
Управление скоростью	Позволяет каждому абоненту работать с оптимальной скоростью	Не предусмотрено. Абоненты работают с одинаковой скоростью
<b>QoS</b>		
Полоса пропускания	Предоставляется для каждого абонента независимо для направлений «вверх» и «вниз»	Требуется внешнее устройство контроля
Приоритезация пакетов	Обеспечивает гарантированную доставку, основанную на регулировании сервиса (CIR, MIR)	Непредсказуемое сетевое поведение при отсутствии сетевого управления
Задержка и джиттер	Контролируется для каждого направления в соответствии с соглашением об обслуживании	Не поддерживается гарантированная задержка пакета
Мультисервисность	Комбинация сервисов, VoIP, Video, Data может быть обеспечена через одну SU	Не поддерживается
<b>Безопасность</b>		
Контроль доступа	Уровень 2 (по MAC) и уровень 3 (по IP)	Доступ по листу MAC адресов. Возможна подмена MAC адреса
Распознавание пакетов	Каждое устройство CPE получает предназначенные только для него данные	Данные доступны всем CPE

## WiFi vs. WiMAX

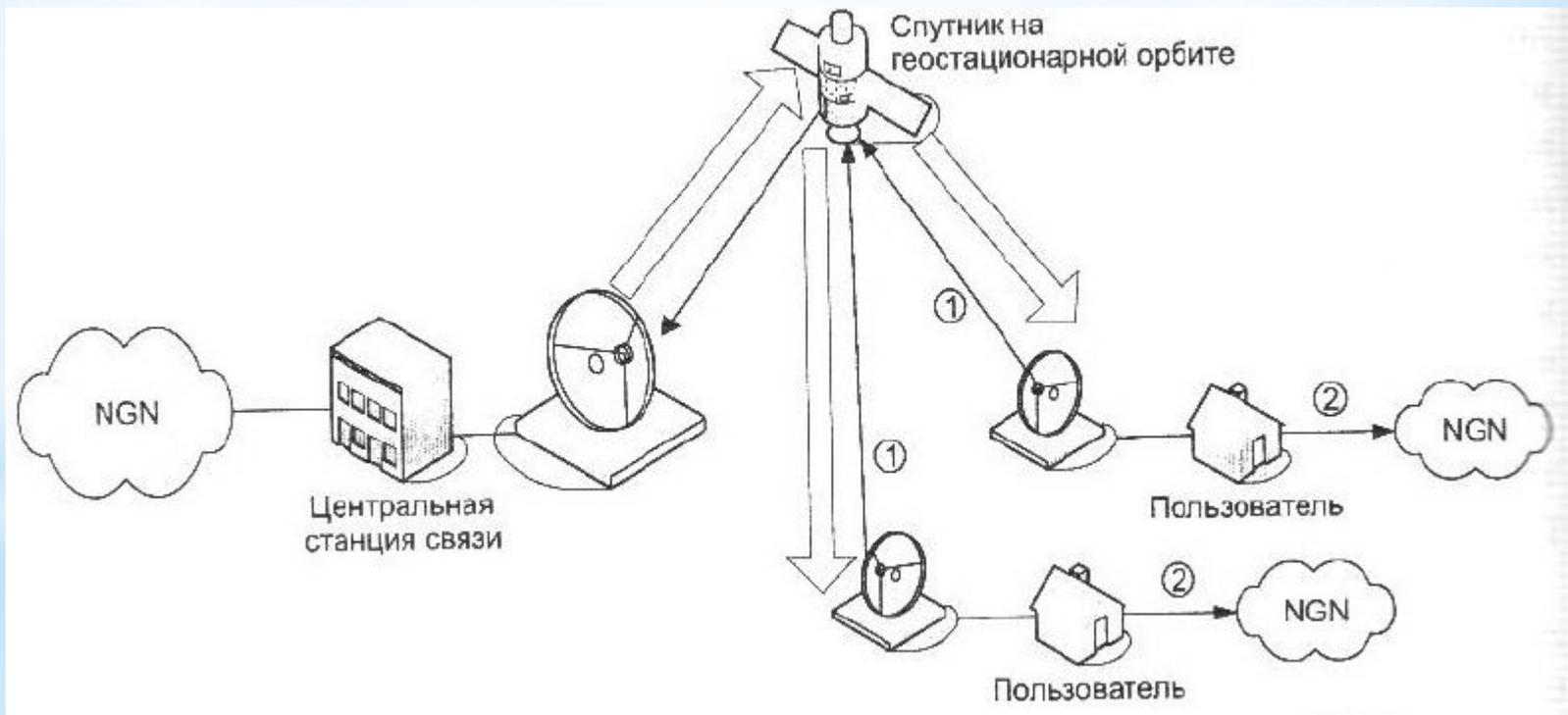
	IEEE 802.11	IEEE 802.16a
Max Speed	54Mbps (a&g)	10-100Mbps
Range	100m	40 km
QoS	none	yes
Coverage	Indoor	Outdoor
Users	Hundred	Thousand
Service Level	None	Yes

WiMAX предполагает инвестиционную модель. В то время как Wi-Fi подходит для быстрого захвата территории.

## \*Спутниковые системы радиодоступа. Технология VSAT.

Главное преимущество спутниковых систем связи - возможность их развертывания в любой точке земного шара вне зависимости от уровня развития телекоммуникаций в данном регионе.

Принцип работы системы спутниковой связи:



В основе систем лежит использование геостационарных спутников в качестве радиочастотного ретранслятора и терминалов с малым размером антенны VSAT (Very Small Aperture Terminal).

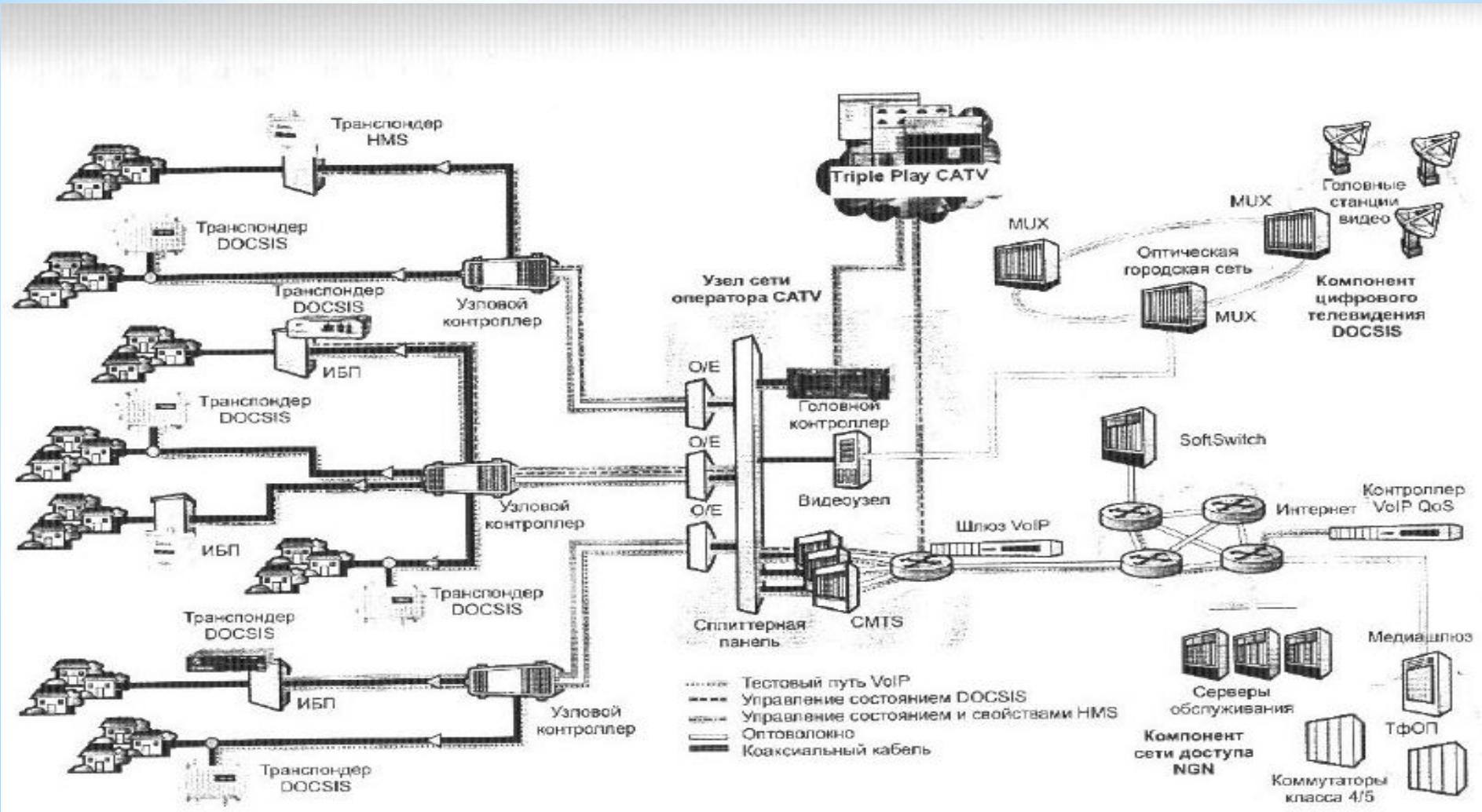
На одну центральную станцию может приходиться до нескольких десятков тысяч терминалов VSAT. Для повышения пропускной способности сети используются различные методы организации многостанционного доступа:

SCPC (Single Channel Per Carrier) гарантирует необходимую пропускную способность канала доступа. За каждой абонентской станцией закрепляется постоянный сегмент спутникового канала, который обеспечивает прямую дуплексную связь между двумя удаленными объектами.

FTDMA (Frequency Time Division Multiple Access) - технология частотно-временного разделения одного канала между множеством пользователей - позволяет более экономично использовать спутниковый сегмент и предлагать низкие цены.

# \* Системы кабельного телевидения. Технологии HFC, CATV, DOCSIS.

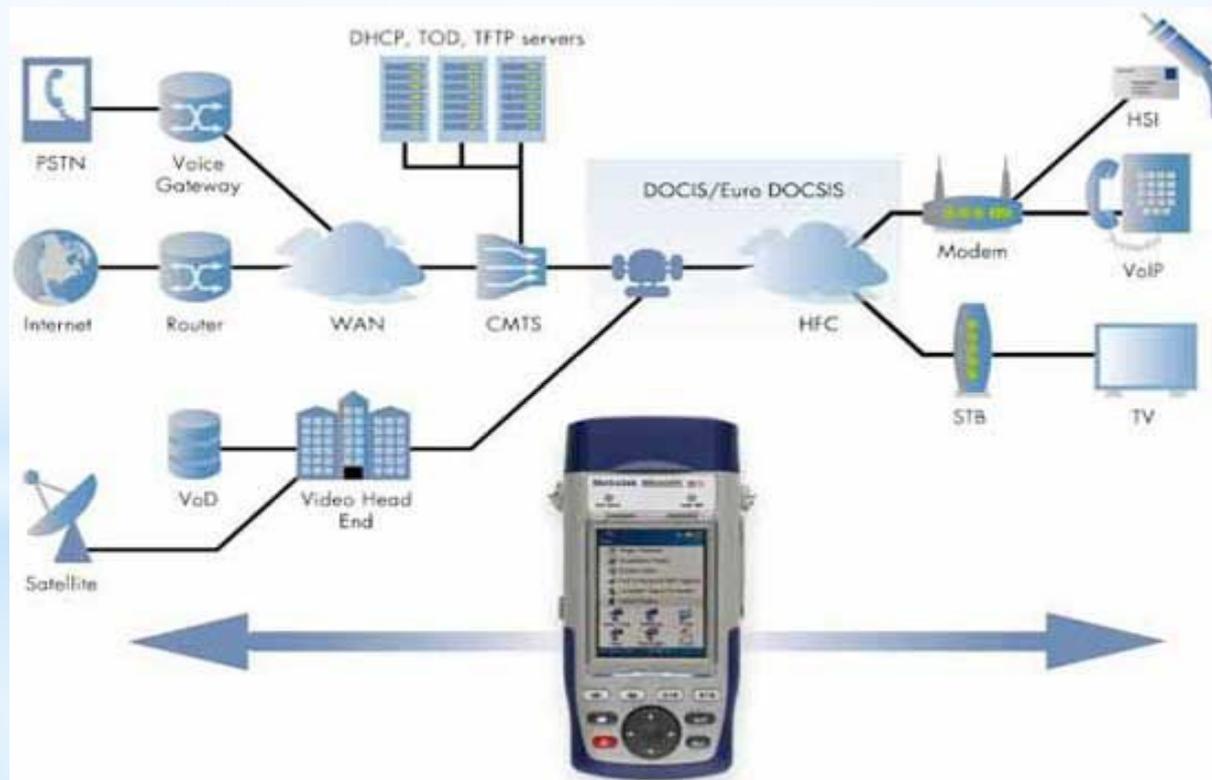
Технология доступа CATV использует коаксиальные кабели, которые уже проложены в места потребления услуг.



Появление новых спецификаций стандартов цифрового телевидения DOCSIS позволило упростить конвергенцию NGN и CATV.

Недостаток использования - отсутствие у операторов кабельного телевидения инфраструктуры, которая позволяет перейти от кабельного вещания к NGN.

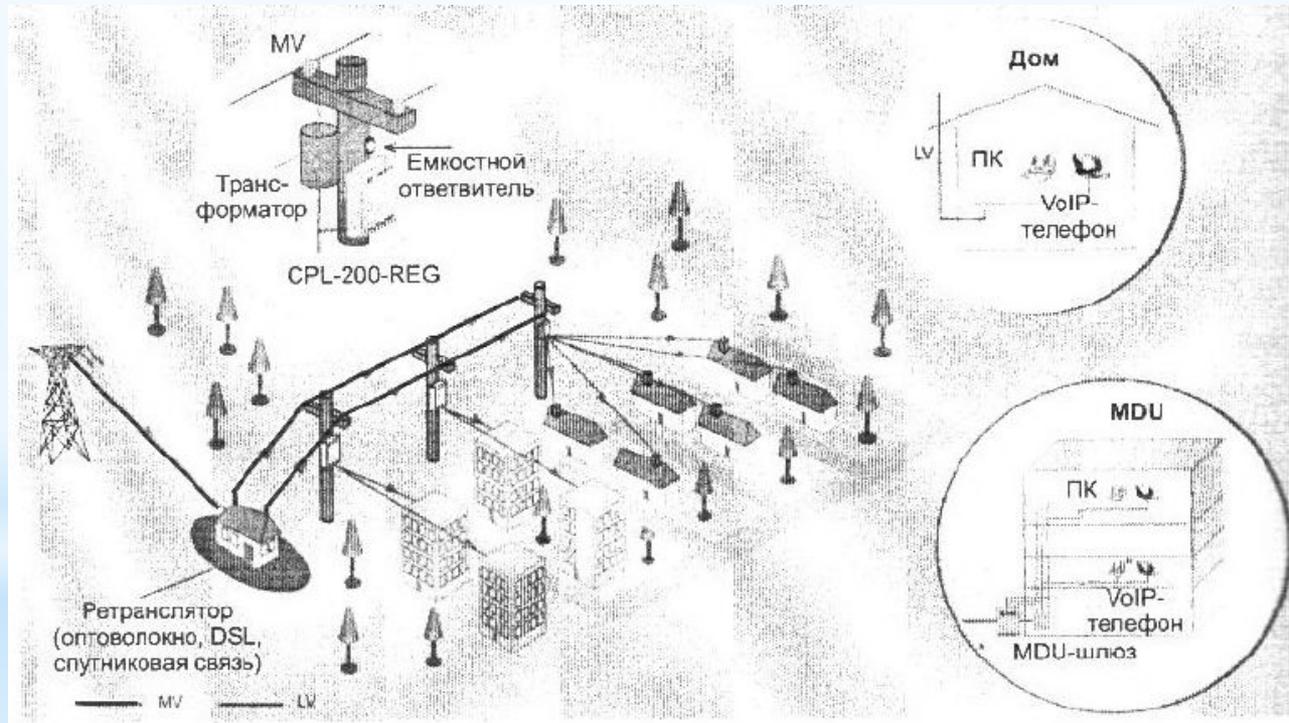
Конвергенция технологии:



\* Системы широкополосного доступа на основе электрических сетей. Технология PLC.

В основе функционирования систем PLC лежит использование уже знакомого по технологиям ADSL и CATV принципа частотного разделения сигналов и использования разветвителей.

Система доступа NGN на основе технологии PLC.



## Достоинства и недостатки технологии

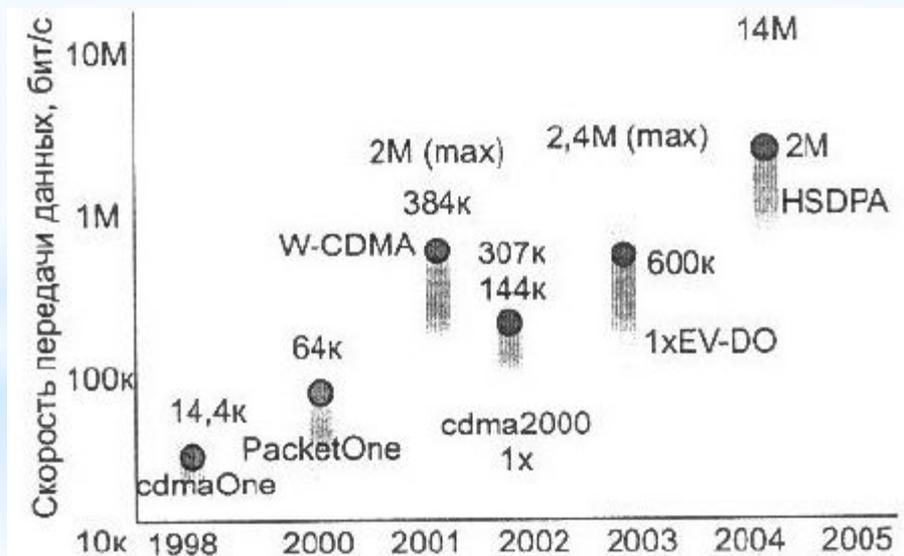
Достоинством технологии PLC является 100%-ное покрытие потенциальных пользователей. Ни одна другая технология не имеет такого преимущества.

Практическая реализация PLC продемонстрировала скорость не более 3...4 Мбит/с, что для современных систем доступа NGN недостаточно. Также на данный момент отсутствуют на данный момент дешевые абонентские устройства.

## \* Сотовые сети широкополосного доступа

Развертывание сетей широкополосного доступа на базе сотовых сетей сохраняют все преимущества сетей радиодоступа (широкое проникновение, отсутствие капитальных затрат на абонентскую плату и пр.), более того, используются уже установленные базовые станции и существующая инфраструктура.

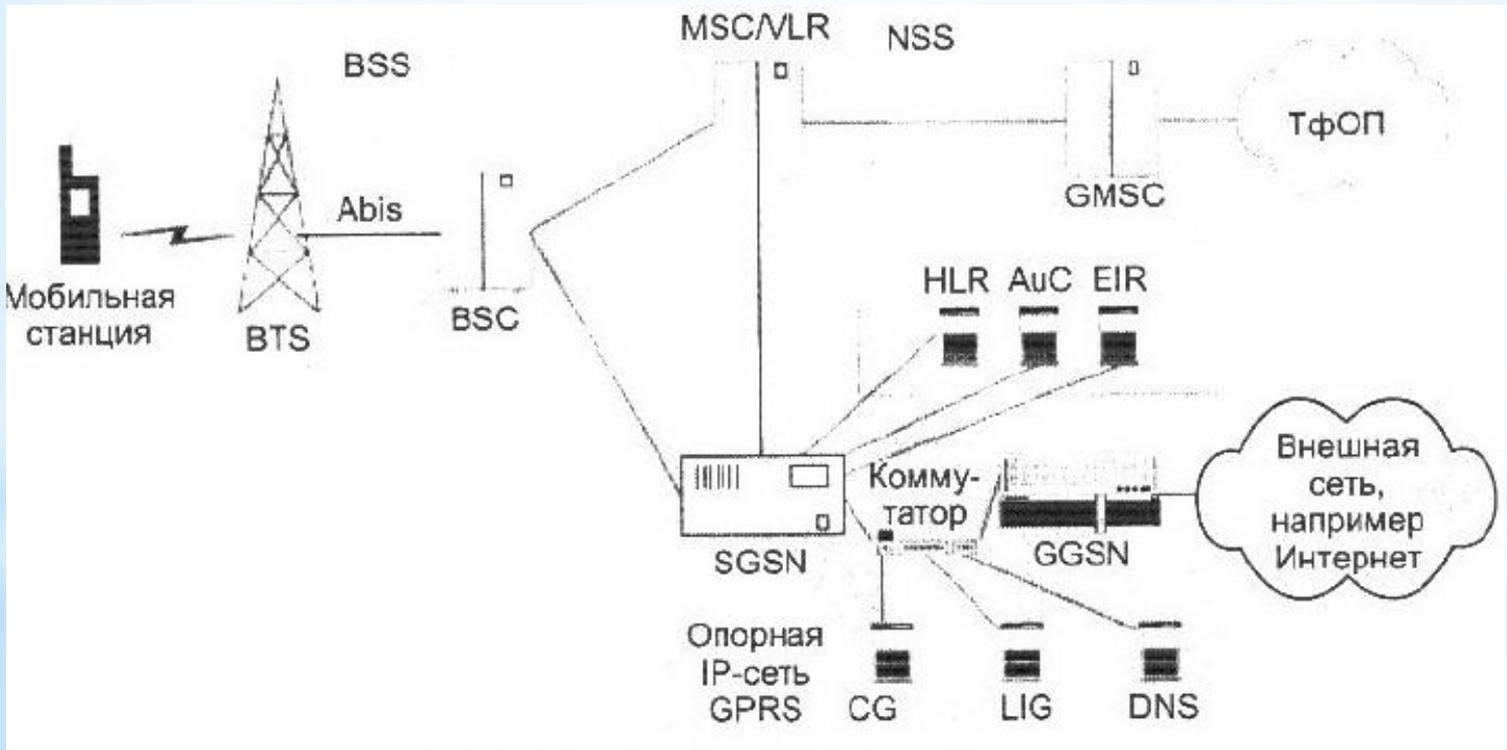
Скорость обмена данными в сетях сотовой связи на рынке в Японии:



# Технологии GPRS, EDGE, GERAN

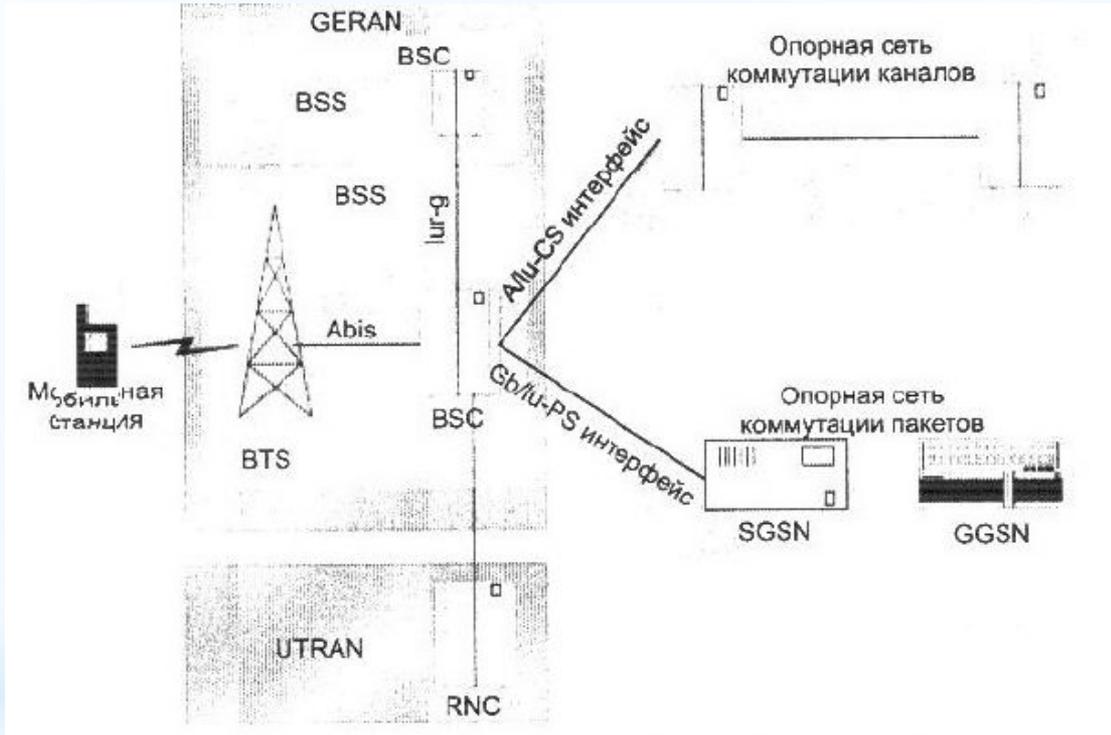
Так же, как и в технологии ISDN, целью GPRS стало обеспечение канала передачи данных абоненту сотовой сети без каких-либо дополнительных аналого-цифровых преобразований сигналов.

## Архитектура сети GPRS:



Объединение технологий EDGE и традиционных сетей GSM привело к появлению концепции GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network).

### Архитектура сети EDGE/GERAN



Основными чертами технологии сотовых сетей являются:

- высокая скорость передачи данных,
- интеграция в рамках единой сети внутриофисных радиосетей и вне офисных сетей,
- возможность организации симметричного и ассиметричного доступа,
- предоставление услуг с коммутацией каналов и коммутацией пакетов,
- повышение эффективности использования радиочастотного спектра,
- обеспечение качества связи на уровне проводных сетей,
- обеспечение глобального роуминга абонентов.

## \* Конвергентные сети доступа

Конвергенция приложений - это процесс доставки приложений через множество различных сред передачи в формате, учитывающем различие скоростей доступа, которые эти среды обеспечивают. Домен конвергентных приложений поддерживается и обеспечивается в основном функциональностью протокола SIP, учитывающего мобильность абонентов и динамичность их состояния (регистрации) на соответствующих серверах.

Рассмотренные технологии могут уживаться друг с другом и формировать унифицированную систему доступа современных сетей NGN.

Проводные технологии доступа, которые тесно взаимодействуют друг с другом:

Ethernet (LAN) → ADSL2+ → FTTx → PON → сеть доступа;

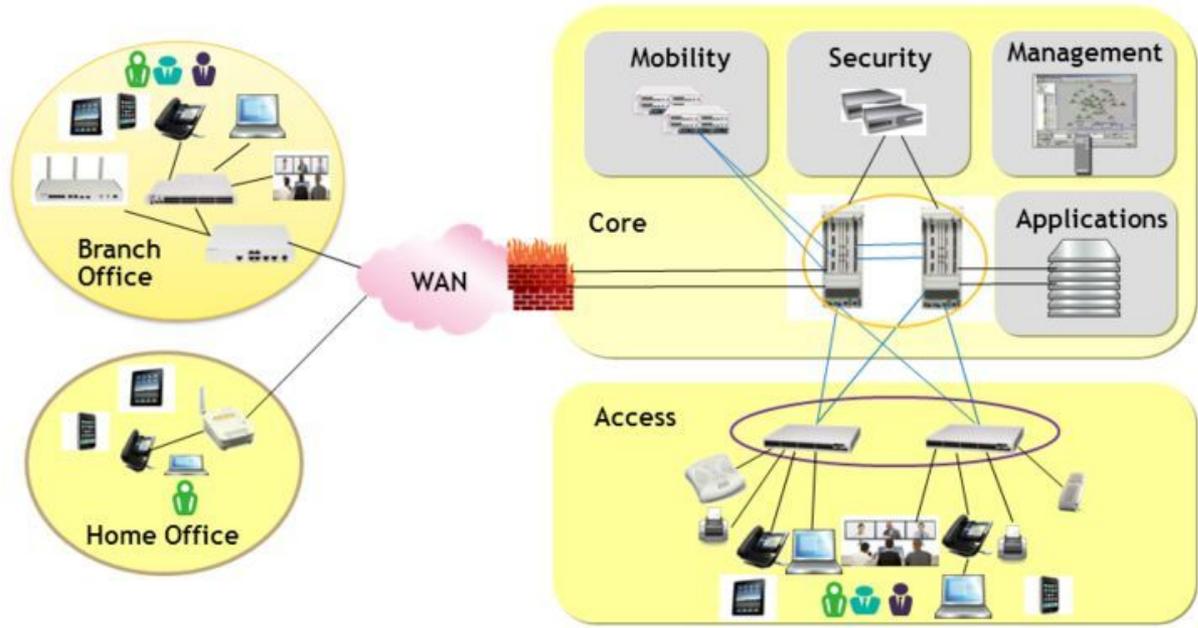
Ethernet (LAN) → VDSL → FTTx → PON → сеть доступа;

Ethernet (LAN) → VDSL → DSL → сеть доступа;

Ethernet (LAN) → CATV → сеть доступа. ■

Различные технологии можно объединять для формирования сетей передачи данных любого формата:

### Конвергентные сети Единая корпоративная сеть для Voice, Data & Video

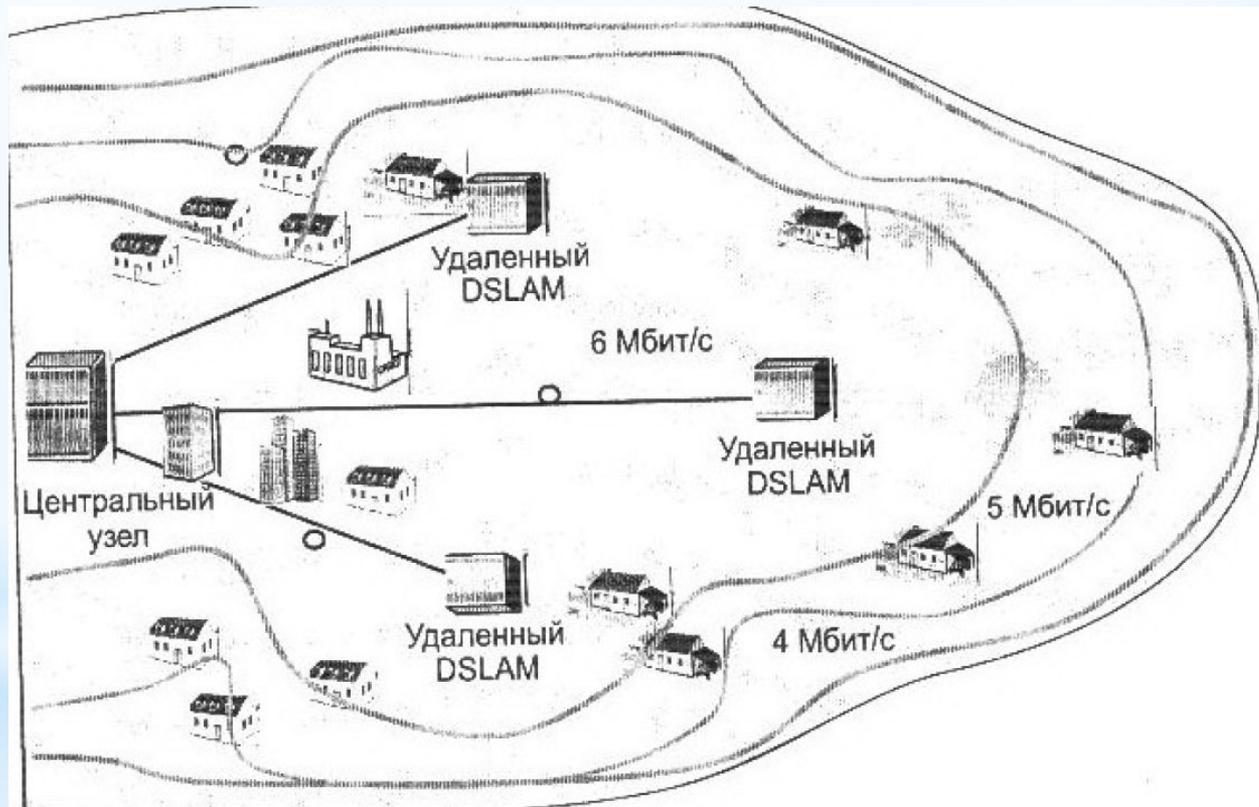


Единые сервисы для пользователя, независимо от типа подключения

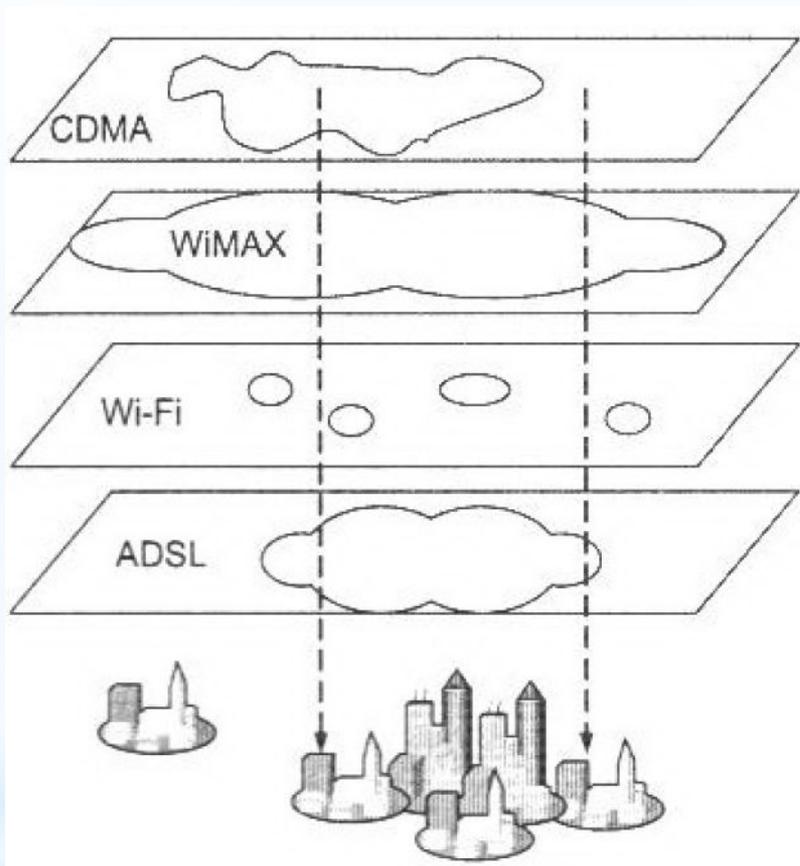
## \* Зона покрытия услугами

Рассматривая каждую технологию доступа, в первую очередь необходимо учитывать размер зоны покрытия услугами.

Зоны качества для сети ADSL:



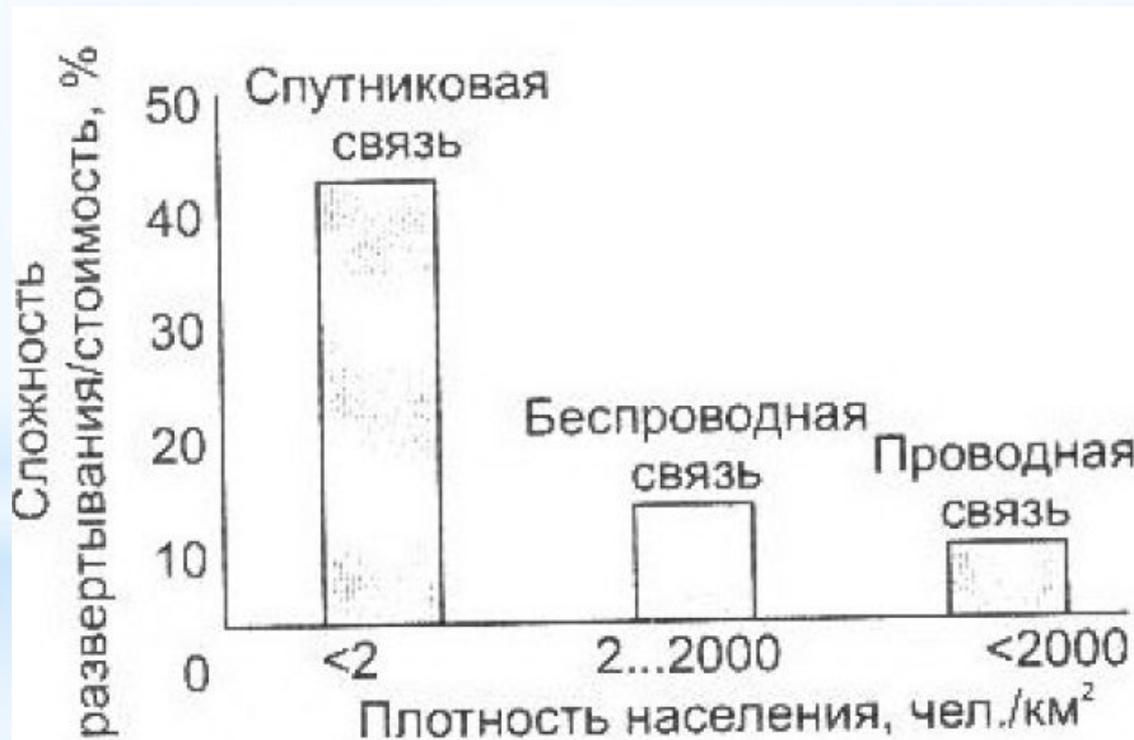
Любой современный город можно накрыть несколькими областями доступности различных услуг широкополосного доступа:



## \* Фактор плотности населения

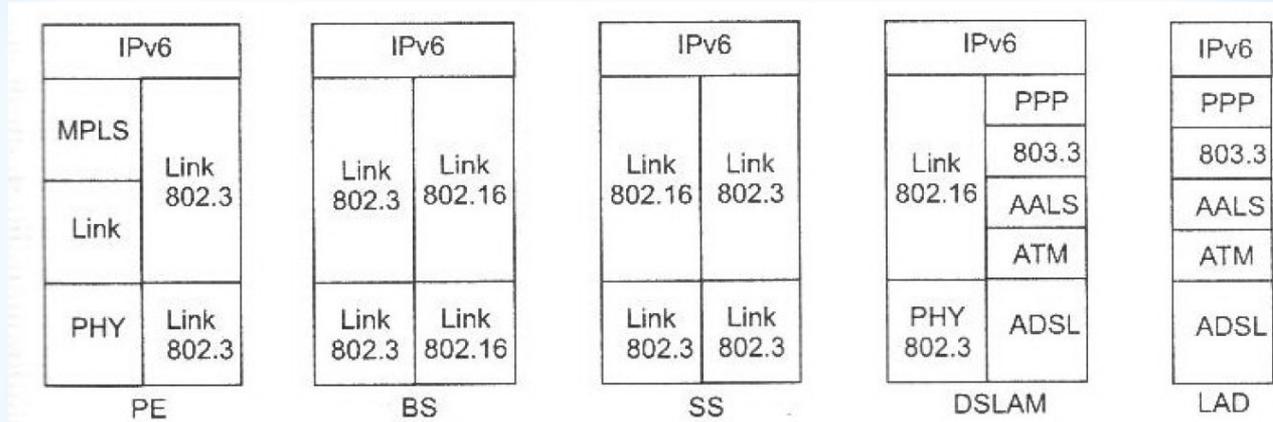
Еще одним важным показателем для построения сети является плотность населения.

Исследования дают общие рекомендации о целесообразности использования различных технологий широкополосного доступа в районах с разной плотностью населения:



## \* Проблема совместности в сетях доступа

Требования вертикальной совместности - преобразования протоколов на пути от клиента ADSL(LAD) к узлу транспортной сети (PE)



Проблемы совместности в случае синхронного развития сетей доступа и транспорта:



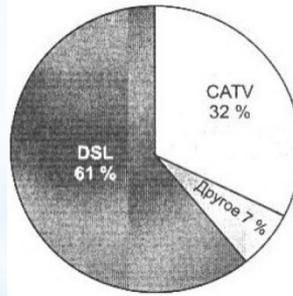
# Будущее развитие сетей доступа:



Таким образом:

- NGN уравнивает в правах на рынке все технические решения,
- единственным корректным способом обобщенной оценки различных технологий доступа является сравнение популярности.

Сравнительный анализ в Европе:



Можно выделить две наиболее перспективных технологии: FTTx и WiMAX, на горизонте также появляется технология PLC.

