

**Способы организации
передачи данных по
«последней миле».**



Термин "последняя миля" стал часто употребляться в отечественной технической литературе сравнительно недавно. Проблемы, стоящие перед отечественной сетью связи сегодня, в период ее бурного развития, совсем недавно беспокоили операторов всего мира. Для решения этих проблем был разработан ряд современных технологий, позволивших снять остроту проблемы абонентских подключений как в развитых, так и в развивающихся странах.

Интерес к сетям абонентского доступа резко возрос в США и Западной Европе в конце 80-х, начале 90-х годов, когда одни лишь услуги аналоговой телефонии перестали удовлетворять пользователей.

Растущий спрос на новые услуги при условии достаточного количества обычных медно-проводных абонентских линий предопределил разработку технологий «цифровых абонентских линий» (английский термин – Digital Subscriber Loop).

Технологии, получившие название xDSL , позволили организовывать высокоскоростную цифровую передачу по существующим абонентским линиям. Таким образом, новые услуги, требовавшие цифрового метода передачи, стали предоставляться с использованием существующей кабельной распределительной сети.

Основной задачей развития
Российской сети по-прежнему
остается традиционная
«телефонизация», то есть
обеспечение абонентов обычной
аналоговой телефонной связью.

Во многих странах проводится модернизация сети. Под модернизацией в данном случае понимается новое строительство с постепенным выводом из эксплуатации устаревшего оборудования. При этом емкость новых коммутационных станций обычно в несколько раз больше заменяемых старых.

Таким образом, у оператора
появляется возможность
предоставления качественных услуг
традиционной телефонии с точки
зрения возможностей
коммутационного оборудования и
магистральной сети, но отсутствует
или явно недостаточна по емкости
абонентская распределительная сеть

основе решений xDSL была создана
целая гамма оборудования
уплотнения абонентских линий. Это
оборудование позволяет повысить
эффективность использования
существующих АЛ в 4,8, а иногда и в
30, 60 раз.

- Применение ВОЛС на участке «последней мили» давно стало нормой в странах Юго-Восточной Азии, Южной и Центральной Америки и т.д.
- При этом на первом этапе ВОЛС используется в основном для предоставления обычных аналоговых услуг, а в дальнейшем по тем же линиям предоставляются услуги ISDN или передачи данных.

Фиксированный радиодоступ

(английский термин WLL – Wireless Local Loop).

Данный способ подключения абонентов в последние годы начал широко применяться во всем мире для решения задач, предоставления традиционных услуг аналоговой телефонии.

Предоставление с помощью средств радиодоступа цифровых, особенно широкополосных услуг затруднено ограниченностью частотного ресурса. Для беспроводной передачи данных используются специализированные системы. Радиодоступ применяется в основном альтернативными операторами, не имеющими собственной кабельной распределительной сети. Эффективен он также в труднодоступных и малонаселенных районах.

Попробуем чуть более подробно
охарактеризовать каждый из
известных способов строительства
сети абонентского доступа.

Строительство медно-кабельных линий.

Имеет ряд положительных сторон:

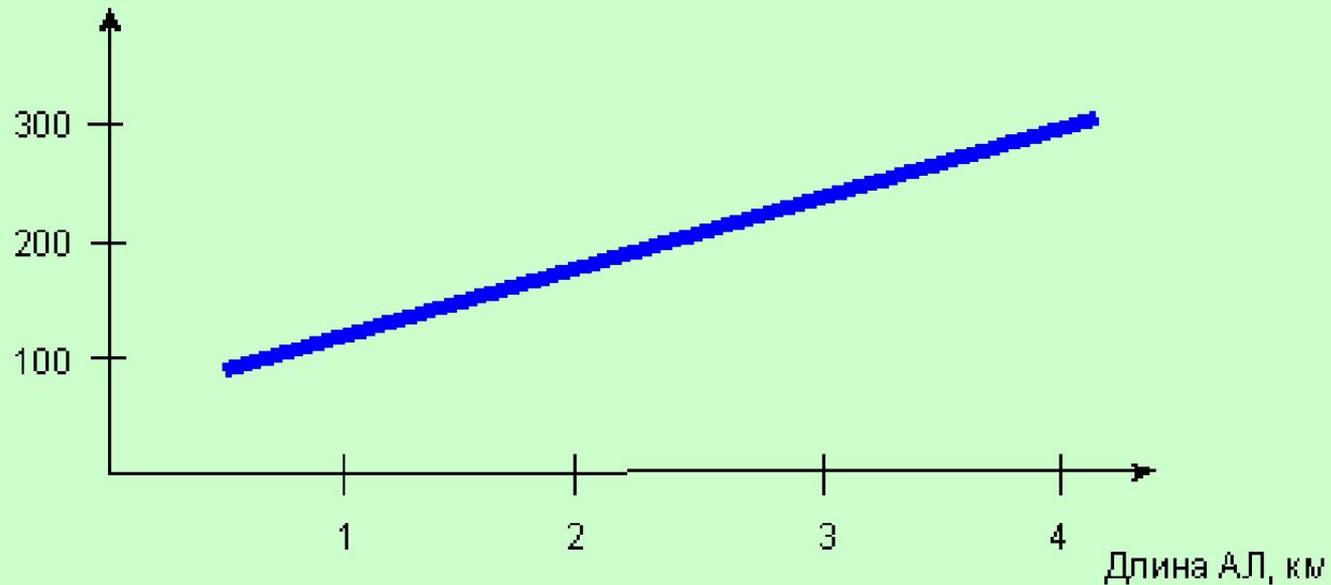
- Во-первых, простое проектирование.
- Во-вторых, наличие опытного персонала по строительству и эксплуатации.
- В-третьих, все еще приемлемая стоимость.

Основные недостатки медно-кабельных линий

- дорогое обслуживание
- ограниченная пропускная способность (по сравнению с ВОЛС) при тех же трудовых и временных затратах на строительные работы.
- привлекательность медных кабелей для сборщиков металлолома.

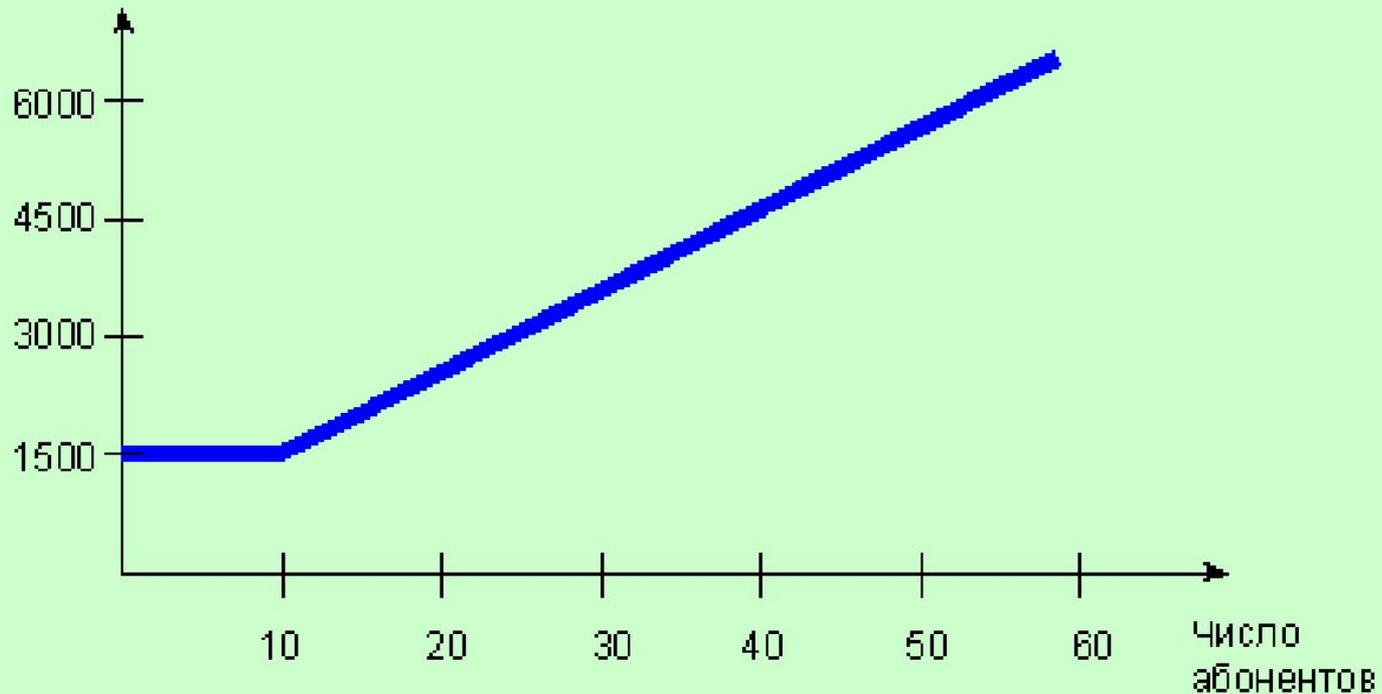
Зависимость удельной стоимости подключения от длины абонентской линии для случая прокладки медно-проводного кабеля (для 60 абонентов)

Стоимость подключения одного абонента, \$



Зависимость стоимости подключения от числа абонентов для случая прокладки меднопроводного кабеля (длина ал - 1 км)

Стоимость подключения, \$



Уплотнение АЛ

Идея уплотнения АЛ родилась давно, аналоговое оборудование высокочастотного уплотнения широко использовалось и используется на сети до сих пор. Однако своим подлинным расцветом данное решение обязано появлению Цифровых Систем Передачи для Абонентских Линий (ЦСПАЛ).

Принцип построения ЦСПАЛ

Системы ЦСПАЛ построены по принципу временного мультиплексирования цифровых потоков, кодирующих речь (телефонный разговор). Аналоговый сигнал от абонентских комплектов станции преобразуется в цифровой поток в модуле стационарного полукomплекта ЦСПАЛ с помощью ИКМ или АДИКМ модуляции.

Далее индивидуальные цифровые потоки объединяются в один групповой поток и передаются по абонентской линии (называемой поэтому Цифровой Абонентской Линией – ЦАЛ) с использованием технологий xDSL (IDSL, HDSL, SDSL).

В абонентском полуккомплекте происходит обратное преобразование и к его выходам подключаются обычные телефонные аппараты. На рынке известны системы уплотнения передающие 2, 8, 10, 11, 15, 30, 60 каналов по одной АЛ. При использовании динамической концентрации ЦСПАЛ могут обеспечивать работу 90..120 каналов по одной линии.

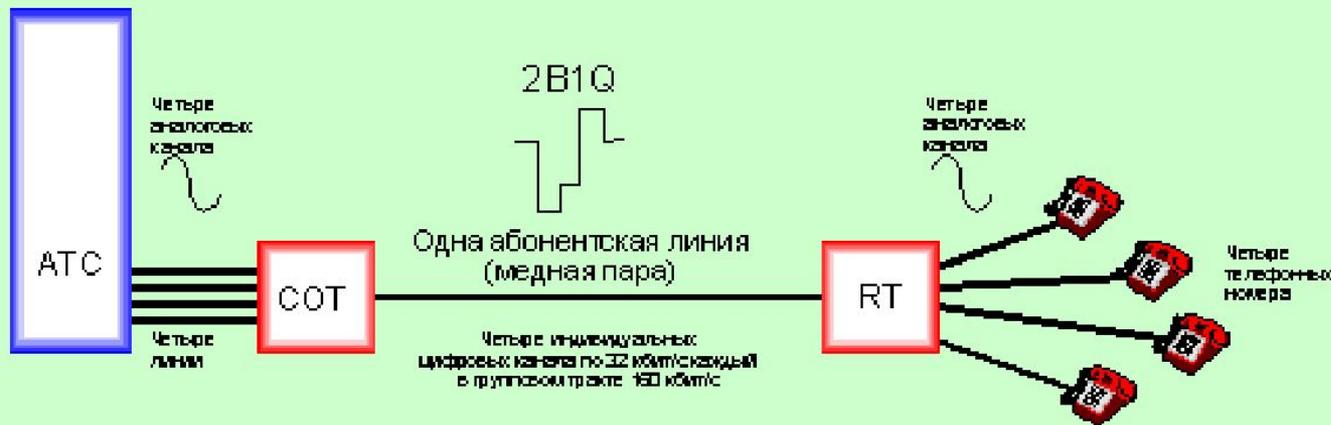
Принцип работы четырехканальной аппаратуры уплотнения абонентских линий

COT:

- Оцифровывает аналоговые телефонные каналы
- Определяет сигнал звонка (вызов)
- Эмулирует состояние "поднятая/ опущенная трубка"
- Набирает телефонный номер

RT:

- Восстанавливает аналоговые телефонные каналы
- Восстанавливает сигнал звонка (вызов)
- Определяет состояние "поднятая/ опущенная трубка"
- Распознает импульсы набора номера

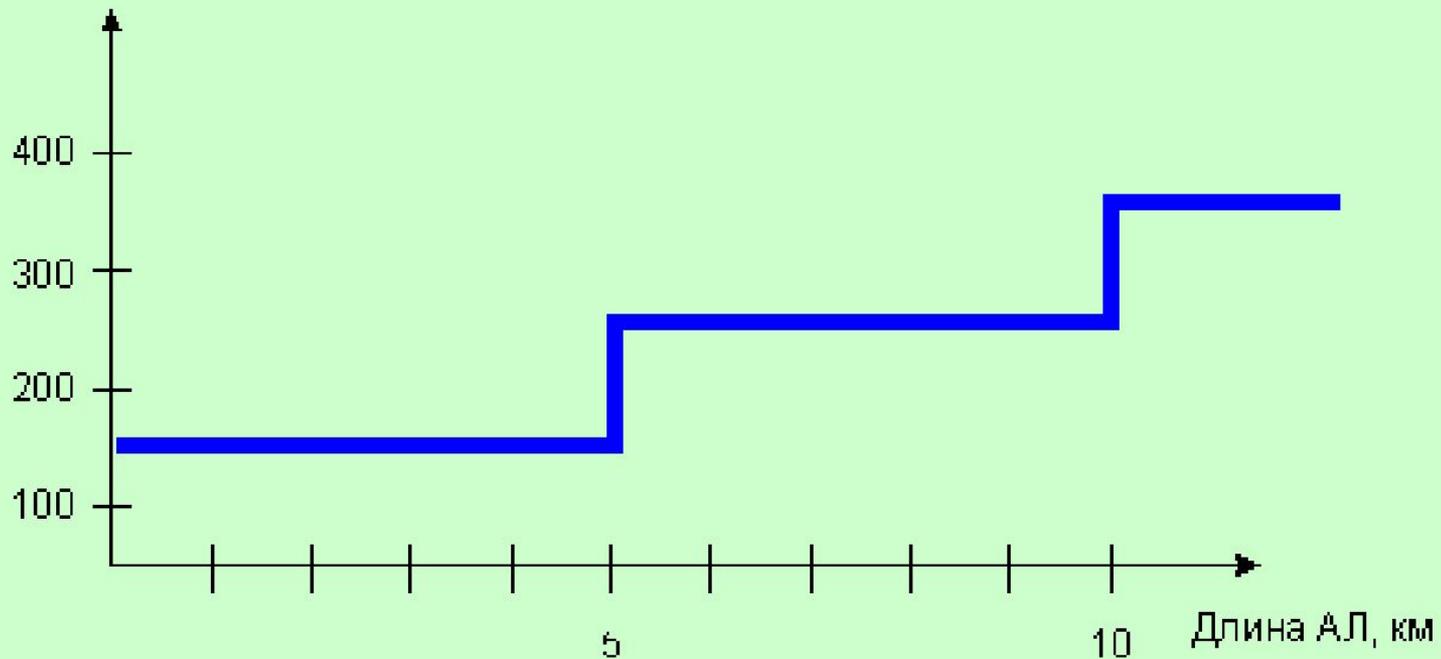


COT: Станционный полукомплект

RT: Абонентский полукомплект

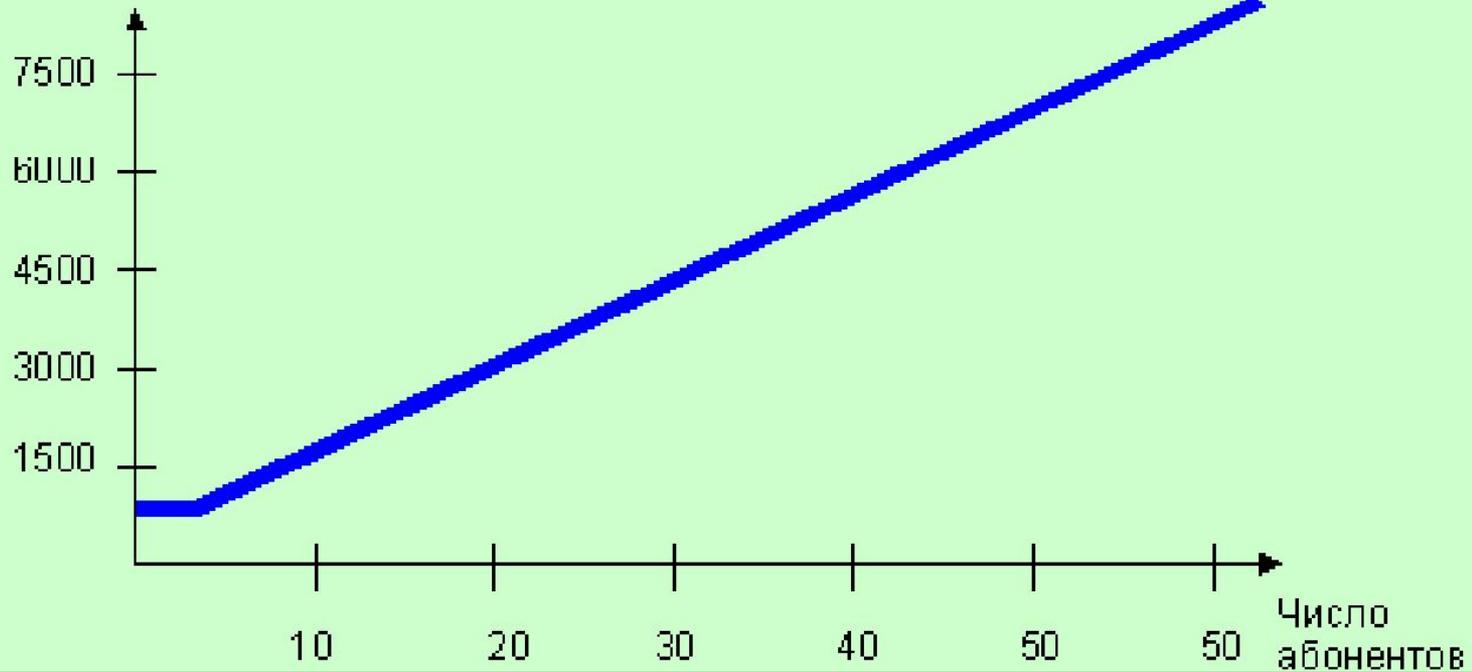
Зависимость удельной стоимости подключения от длины абонентской линии для случая применения ЦСПАЛ (для 60 абонентов)

Стоимость подключения одного абонента, \$



Зависимость стоимости подключения от числа абонентов для случая применения ЦСПАЛ (длина АЛ - **1...5 км**)

Стоимость подключения, \$



ВОЛС:

Преимущества

- имеет огромный запас по полосе пропускания
- стоимость оптического кабеля неуклонно снижается
- линии практически не нуждаются в обслуживании и служат достаточно долго

ВОЛС:

недостатки

- Во-первых, необходимость строительства, то есть трудовых и временных затрат на прокладку кабеля, а также дефицит специалистов
- Во-вторых, в отличие от медных линий, оптический кабель должен быть оборудован оконечным оборудованием приема-передачи и мультиплексирования, что увеличивает стоимость линии

ВОЛС на участке «последней мили»

- FTTB (Fiber To The Building) – оптика до здания
- FTTO (Fiber To The Office) – оптика до офиса
- FTTZ (Fiber To The Zone) – оптика до некоторой зоны, где группируются абоненты

Задача этих методов -

довести широкополосную оптическую линию связи до некоторой точки, где целесообразно поместить оборудование, распределяющее более низкоскоростные цифровые потоки (или аналоговые каналы) непосредственно до «розетки»

Использование ВОЛС для предоставления услуг телефонной связи с аналоговым подключением к АТС



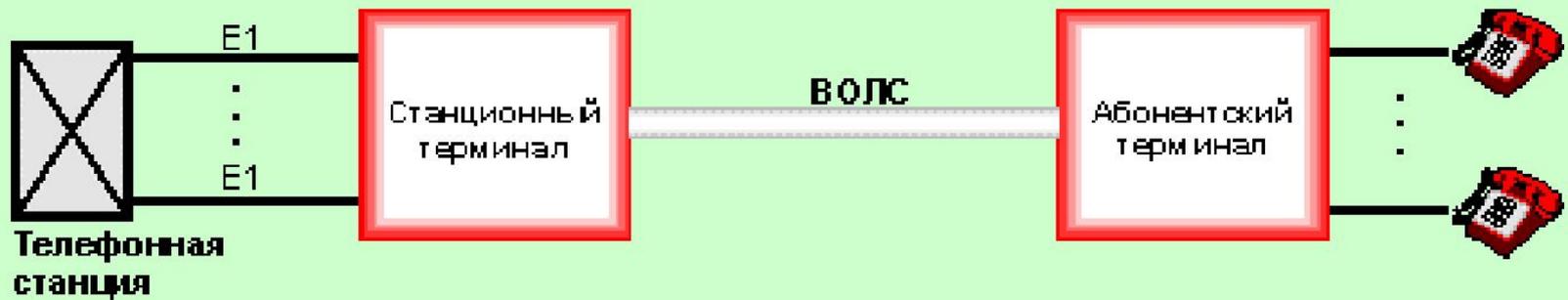
Преимущества:

- простота согласования интерфейсов (абонентский интерфейс с сигнализацией по шлейфу в высшей степени прост и стандартизован)
- универсальность по отношению к типу коммутационной станции

Недостаток:

наличие «лишнего» аналого-цифрового преобразования в стационарном терминале

Соединение стационарного терминала с коммутатором цифровым трактом



Преимущества:

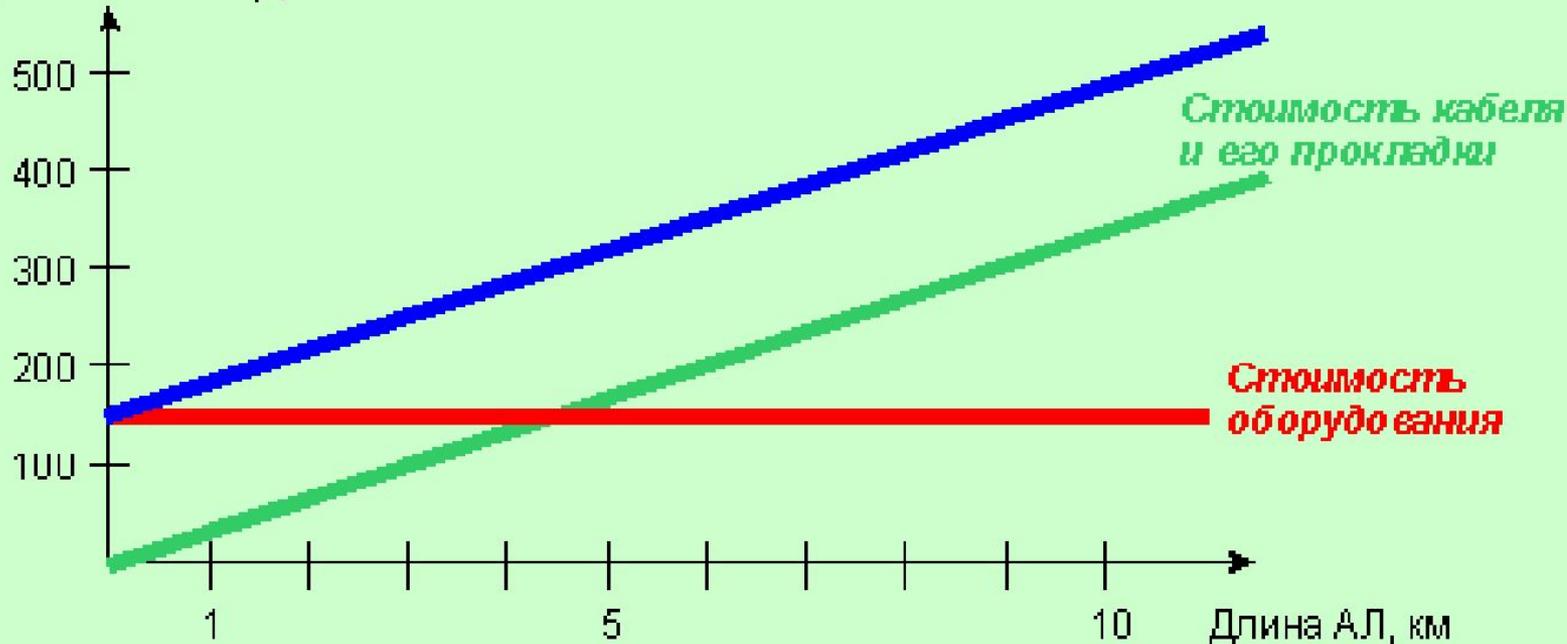
- максимальное приближение цифровой сети к абоненту и соответственно минимум помех, возникающих в аналоговом тракте
- отсутствие абонентских модулей, реализующих аналоговый 2-проводный интерфейс

Проблемы:

- недостаточная стандартизация систем сигнализации, применяемых при цифровом подключении
- цифровой интерфейс определен достаточно жестко только с точки зрения электрических параметров (рекомендация ИТУ-Т G.703) и общих характеристик цикла (G.704)

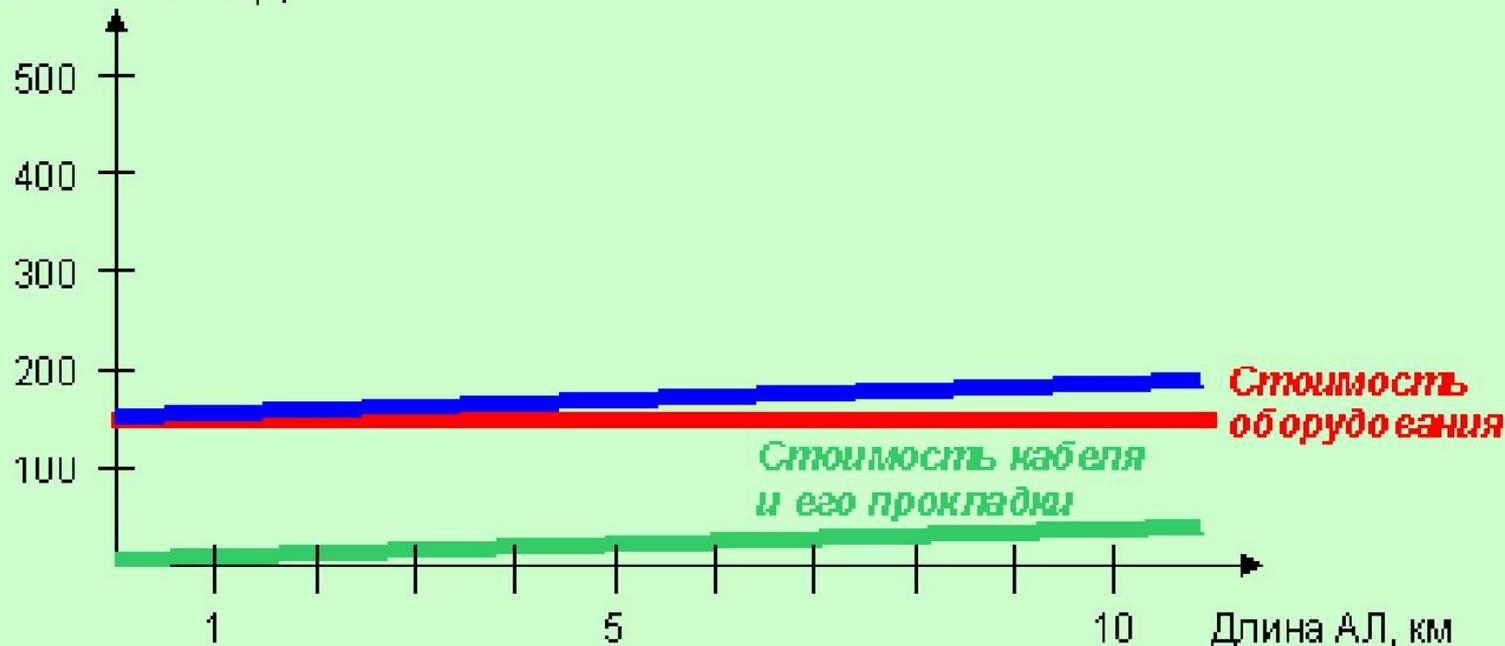
Зависимость удельной стоимости подключения от длины абонентской линии для случая использования ВОЛС (для 60 абонентов)

Стоимость подключения одного абонента, \$



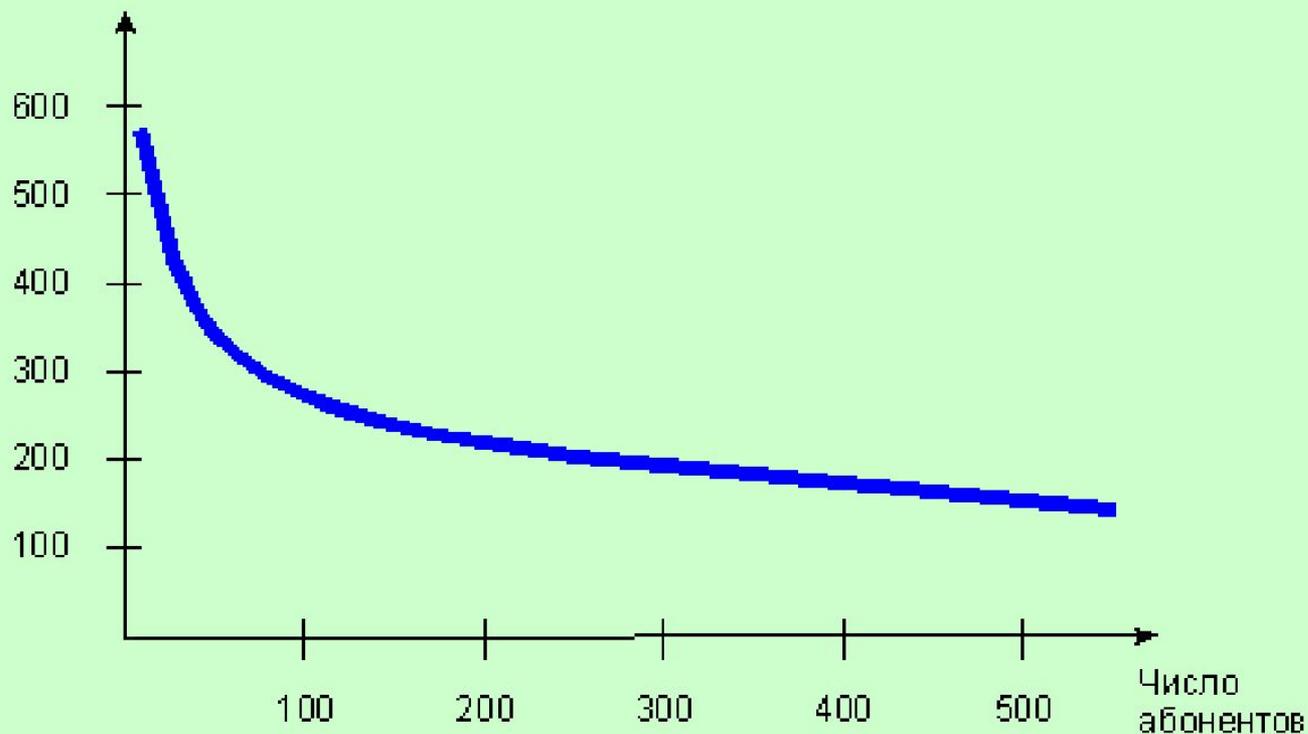
Зависимость удельной стоимости подключения от длины абонентской линии для случая использования ВОЛС (для 600 абонентов)

Стоимость подключения одного абонента, \$

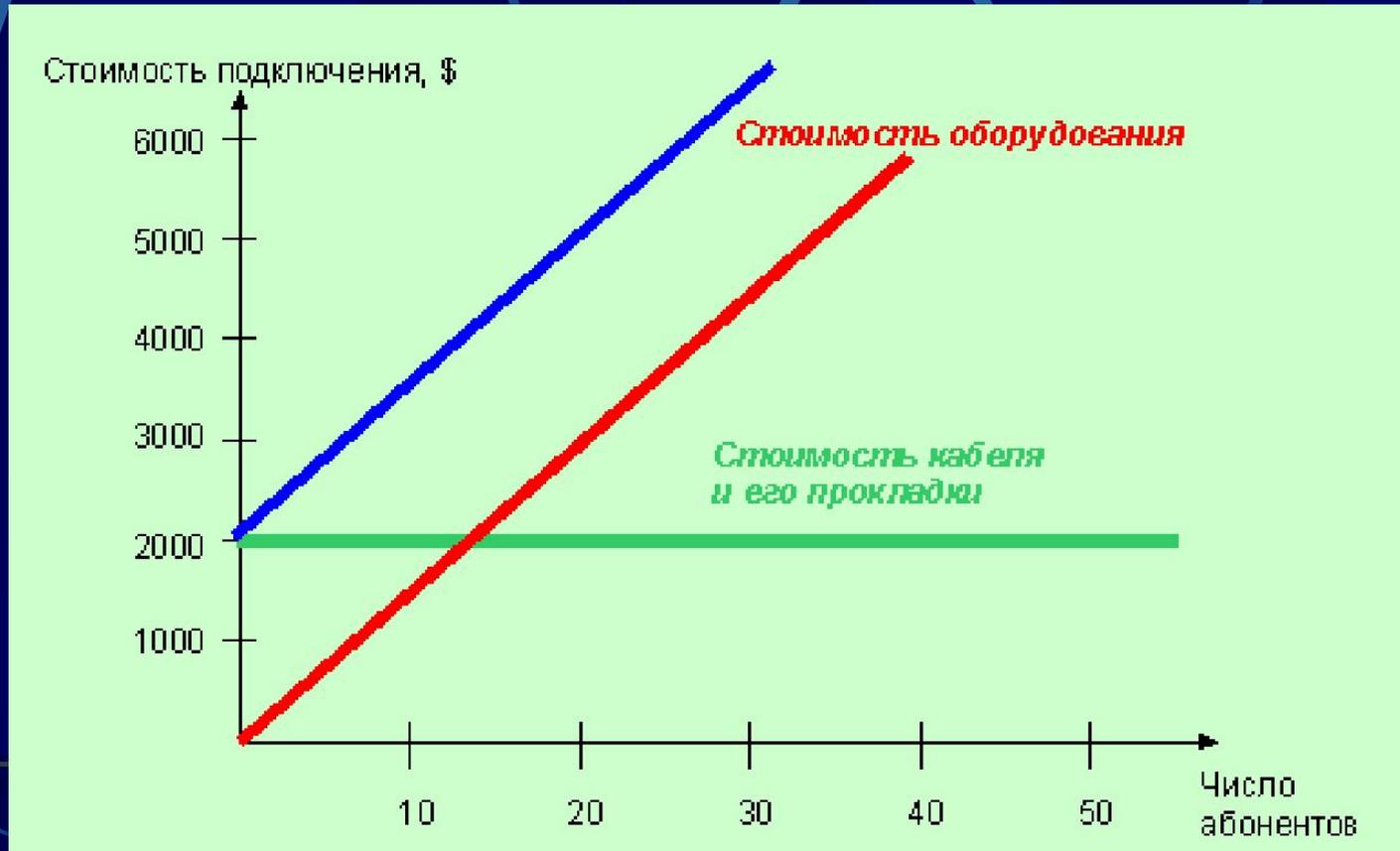


Зависимость удельной стоимости подключения от числа абонентов для случая использования ВОЛС (длина ал - 5 км)

Стоимость подключения одного абонента, \$



Зависимость стоимости подключения от числа абонентов для случая использования ВОЛС (длина АЛ - 1 км)



Радиодоступ

WLL – Wireless Local Loop

Преимущества:

- быстрота развертывания
- возможность поэтапного наращивания по мере необходимости
- возможность использования при отсутствии кабельной инфраструктуры, в труднодоступных и малонаселенных районах

Радиодоступ

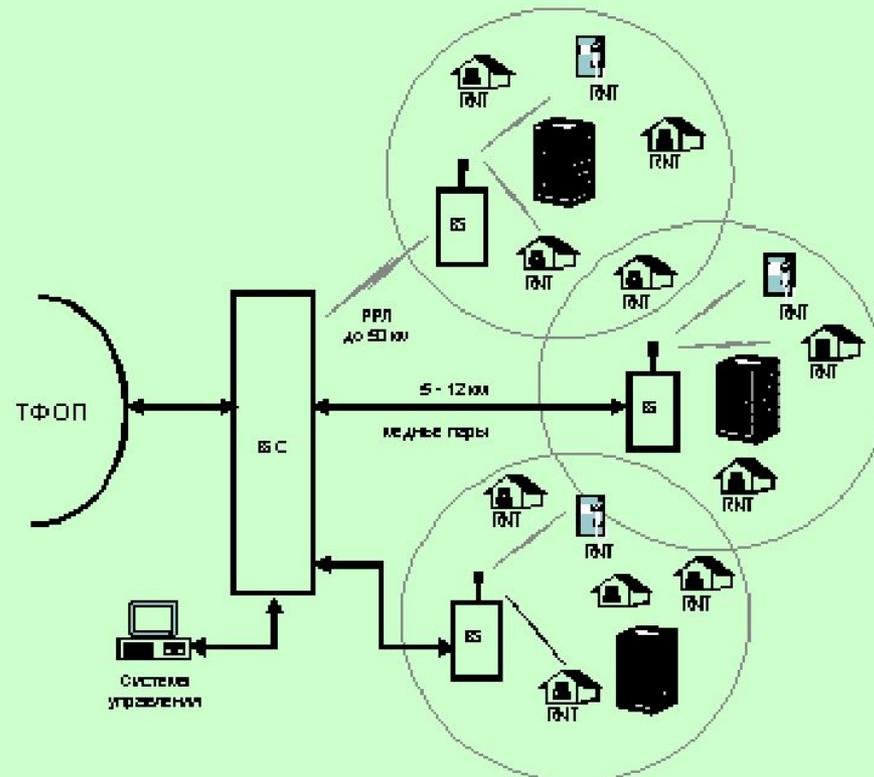
Недостатки:

- ограниченная пропускная способность (во всех системах применяется принцип концентрации для экономии частотных ресурсов)
- относительно высокая стоимость в расчете на абонента

Основные стандарты:

- DAMPS
- GSM
- CT-2 и DECT
- CDMA
- FH TDMA и др.

Конфигурация системы для типичной сети беспроводного доступа в жилых городских и пригородных районах

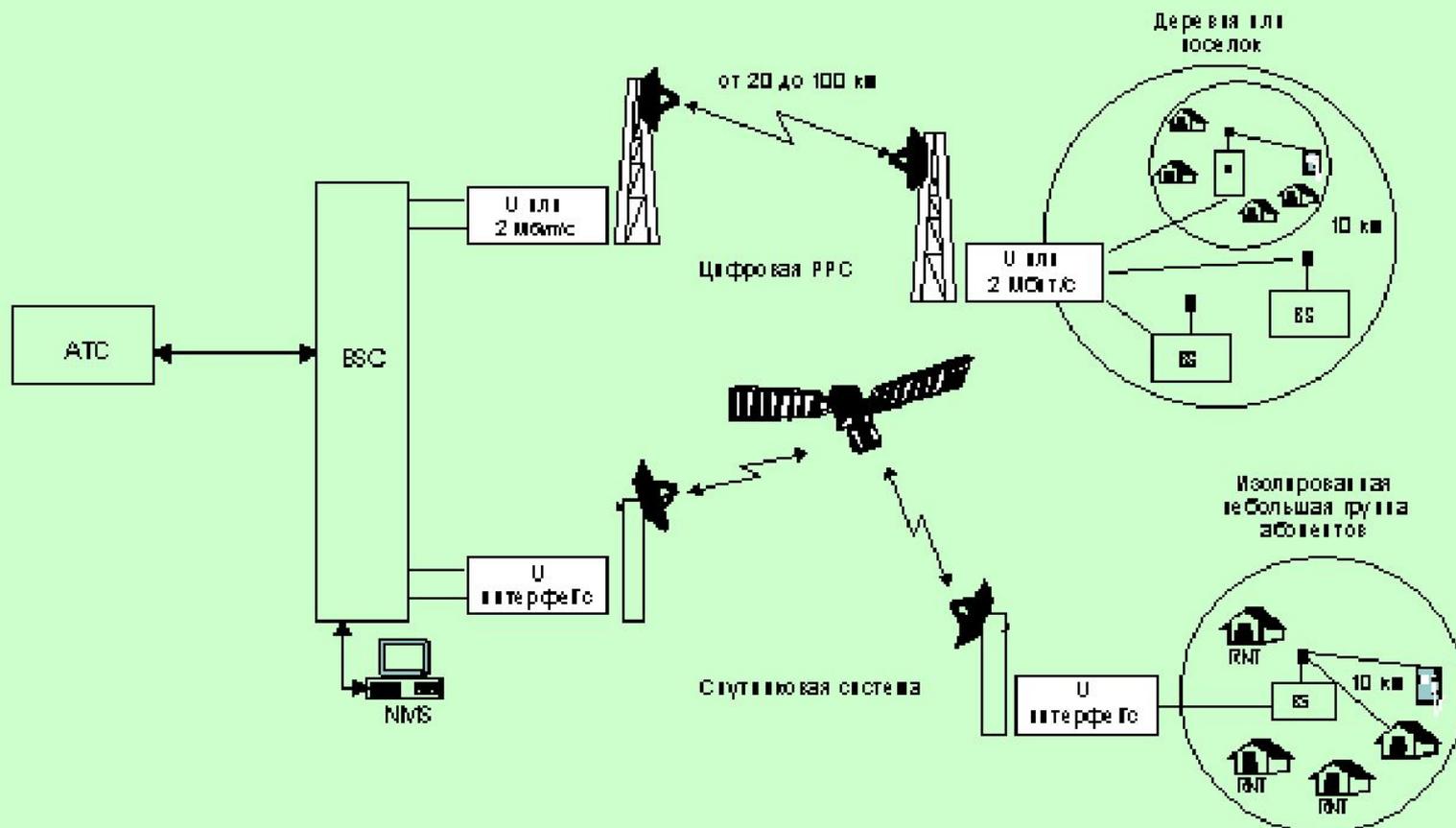


BSC - контроллер базовых станций;

BS - базовая радиостанция;

RNT - абонентские радиотерминалы

Конфигурация системы для типичной сети беспроводного доступа в сельской местности

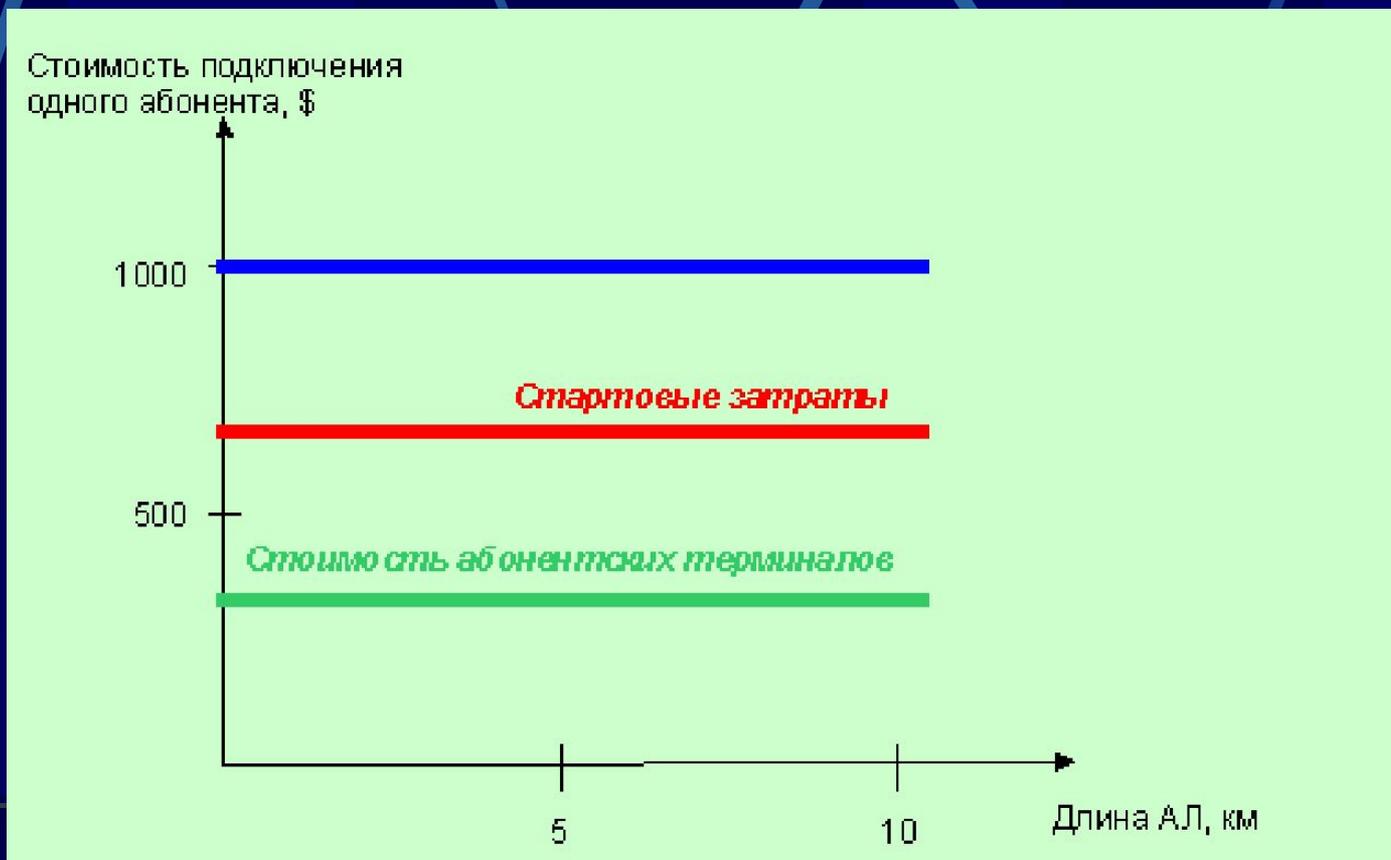


Стоимость решения

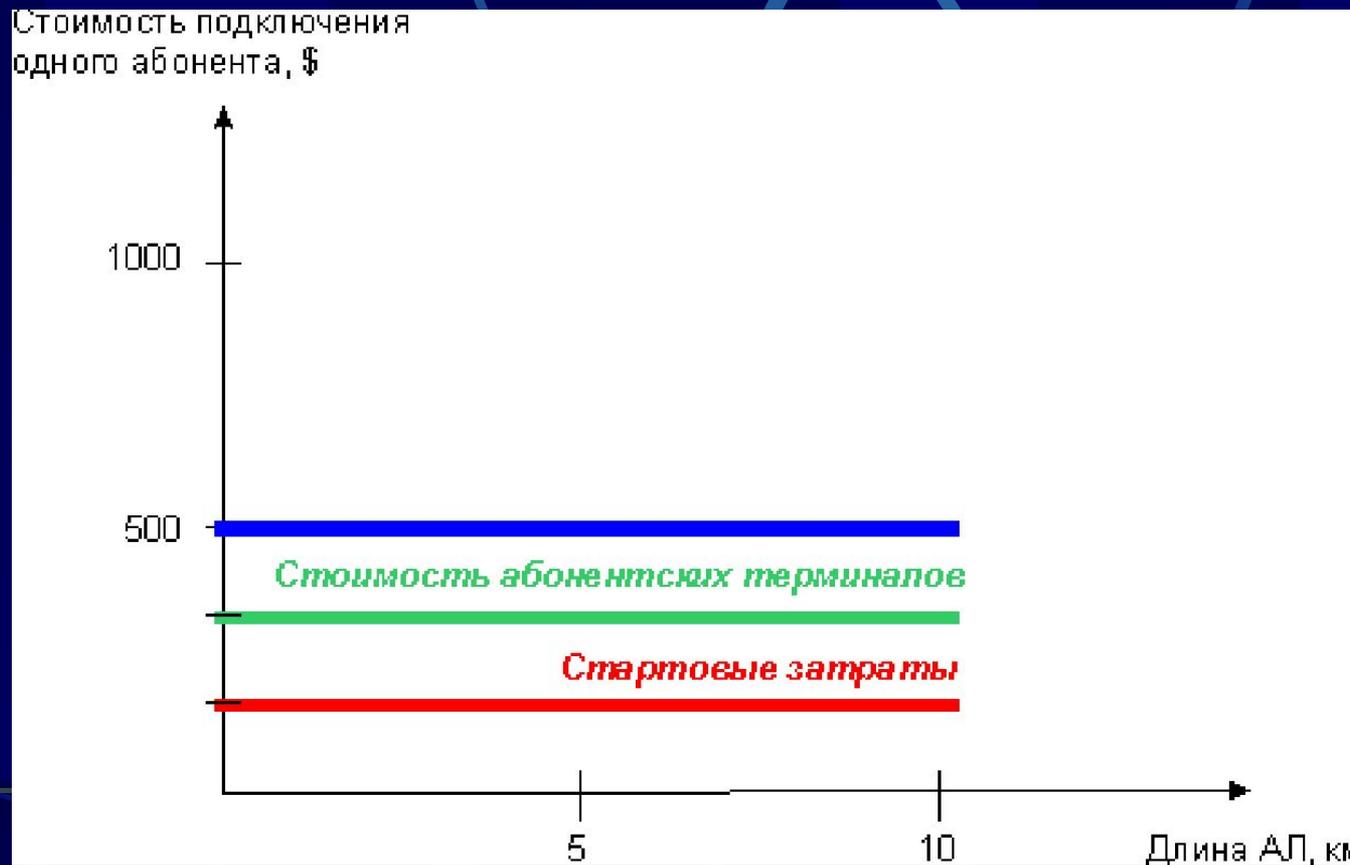
Складывается из:

- стоимости проектирования
- подготовительных инженеринговых работ
- частотных присвоений
- стоимости инфраструктуры оборудования радиодоступа
- стоимости абонентского терминала

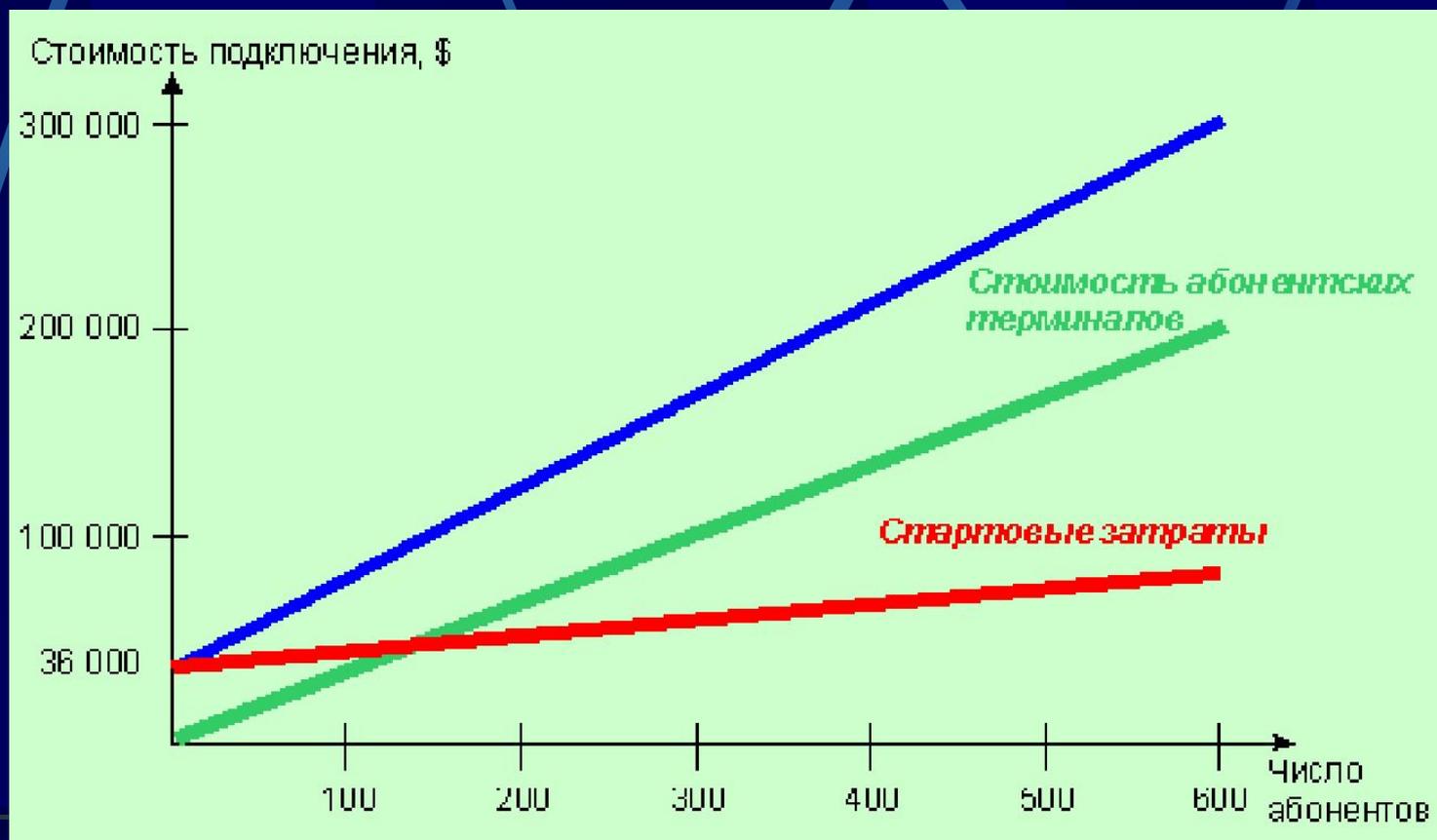
Зависимость удельной стоимости подключения от длины абонентской линии для радиодоступа (для 60 абонентов)



Зависимость удельной стоимости подключения от длины абонентской линии для радиодоступа (для **600** абонентов)



Зависимость стоимости подключения от числа абонентов для радиодоступа (длина АЛ - 1...10 км)



Задача: построить сеть абонентского доступа для российского оператора

Коммутационные станции:

- цифровые, различных производителей
- аналоговые, различных систем (координатные, иногда декадно-шаговые)

Распределительная сеть:

- разветвленная сеть медно-кабельных линий невысокого качества в городских районах (для базовых операторов)
- отсутствующая или недостаточно-развитая собственная сеть кабельных линий (альтернативный оператор)
- неразвитая сеть кабельных линий в сельской местности и пригородах

Потребность в услугах:

- более 95%: аналоговый телефон, таксофон, передача данных с помощью модема/факса
- до 5%: высокоскоростное подключение к сетям передачи данных или сети ISDN

Для базовых операторов

- цена
- скорость развертывания
- затраты на обслуживание
- гибкость с точки зрения предоставления интегрированных услуг
- мобильность (возможность быстрого перемещения из одного места в другое)

Для альтернативных операторов

- скорость развертывания
- гибкость с точки зрения предоставления интегрированных услуг
- мобильность (возможность быстрого перемещения из одного места в другое)
- цена
- затраты на обслуживание

Сравнение технологий абонентского доступа

Параметр	Уплотнение АЛ	Применение ВОЛС	Радиодоступ	Медный кабель
цена	низкая (\$150)	средняя (\$200-\$600)	высокая \$500-\$1000	средняя \$100-\$300
скорость развертывания	высокая (1 день)	низкая (3-12 мес.)	средняя (2-4 мес.)	низкая (3-12 мес.)
затраты на обслужив.	низкие	низкие	низкие	высокие
гибкость (полоса пропускания)	средняя (до 2 Мбит/с)	высокая (до 155 Мбит/с и выше)	низкая (обычно до 32 кбит/с)	низкая (аналоговая передача)
мобильность	высокая	низкая	высокая	низкая

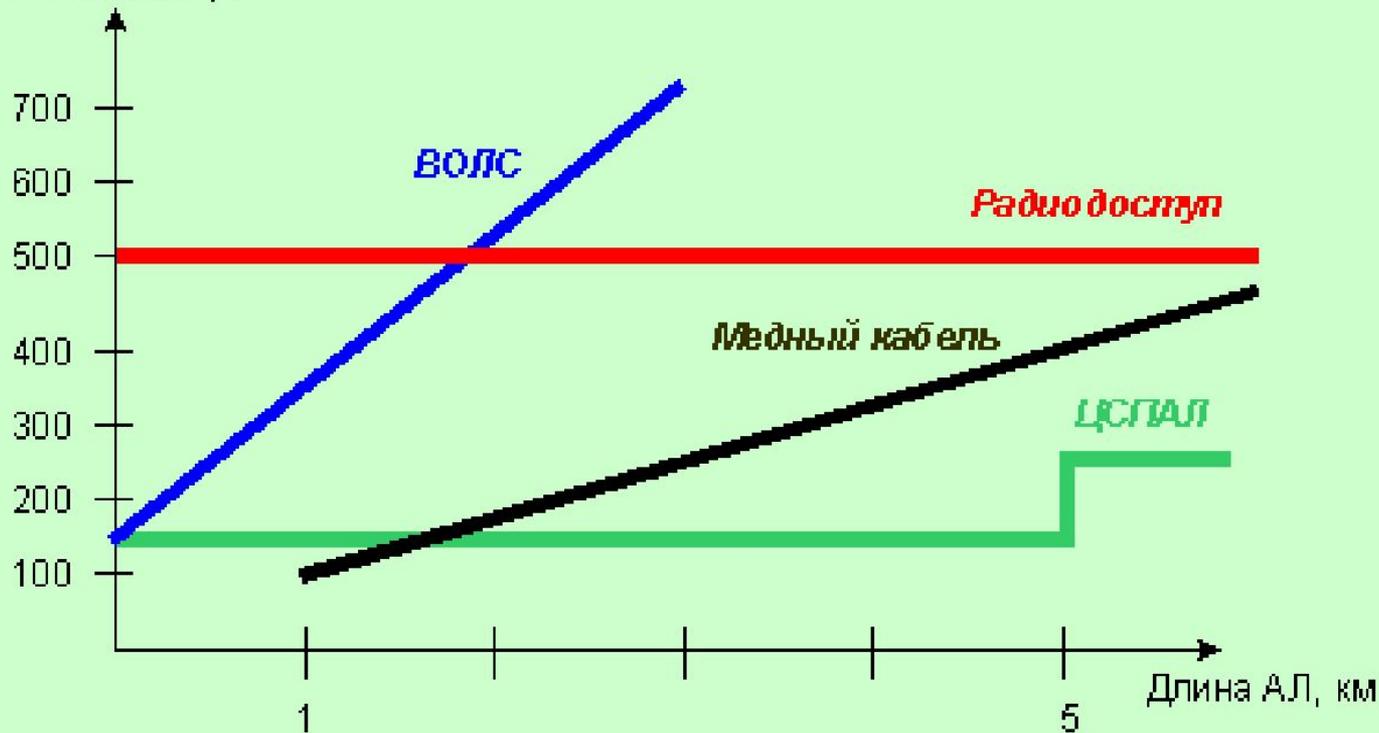
Задача:

модернизация городской АТС :

- раздать новые телефонные номера (количество которых увеличилось по сравнению с существовавшим ранее в 2-4 раза) абонентам, равномерно распределенным в радиусе до 5 км от АТС
- количество абонентов, подключаемых в каждой точке, как правило, для этого случая составит не более 10

Сравнение удельной стоимости подключения для различных технологий для случая модернизации АТС

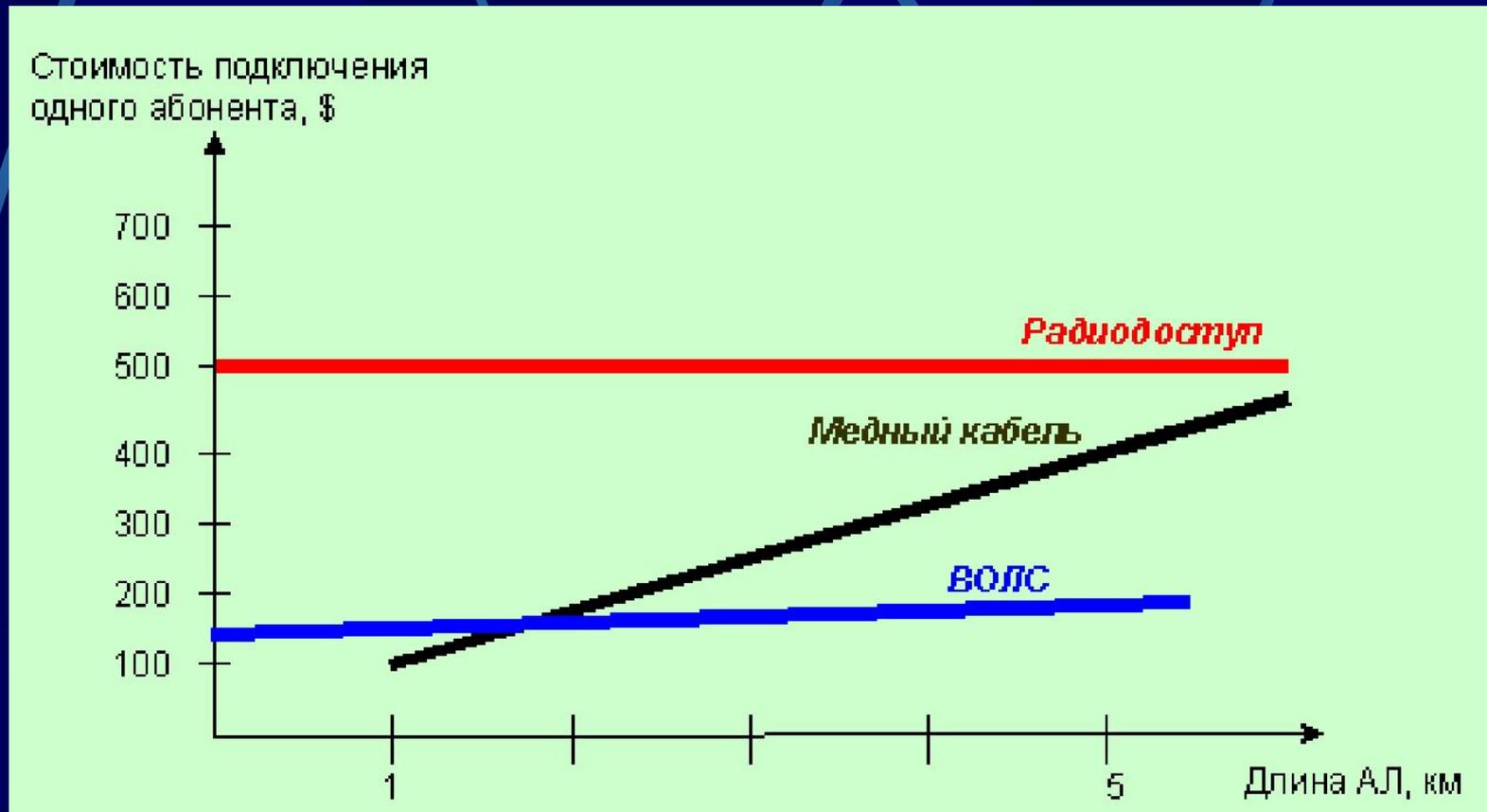
Стоимость подключения одного абонента, \$



Телефонизация объектов нового строительства

- длина АЛ до 5 км
- число абонентов, подключаемых в одной точке (здании или квартале) – более 500
- Применение ЦСПАЛ для решения поставленной задачи невозможно, поскольку кабельный ввод в здание отсутствует

Сравнение удельной стоимости подключения для различных технологий для случая телефонизации объектов нового строительства

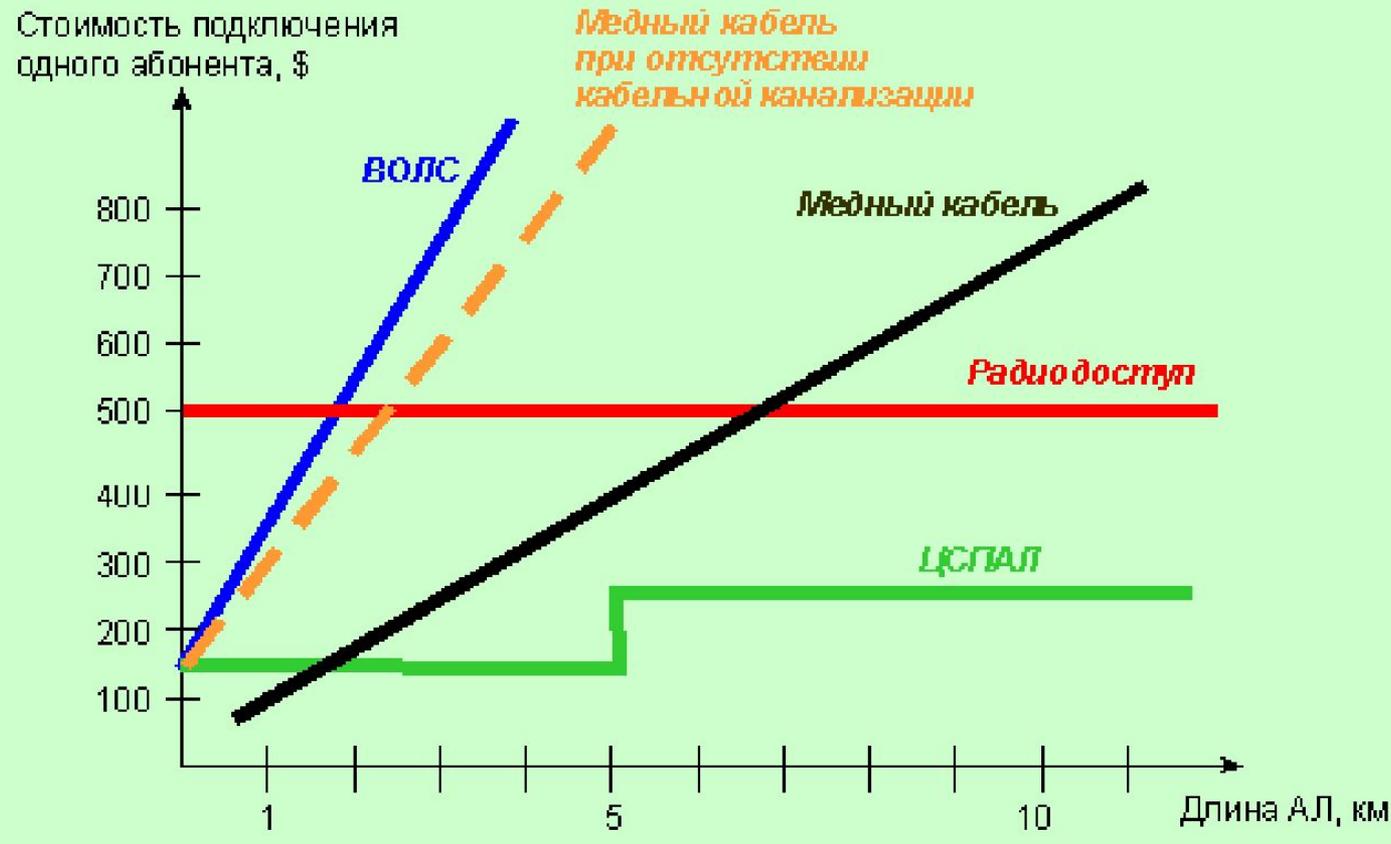


В России в подавляющем
большинстве случаев операторы
предпочитают традиционное медно-
кабельное решение.
Тогда как за рубежом ситуация прямо
противоположная – предпочтение
всегда отдается ВОЛС

Сельская местность

- отсутствие инфраструктуры медных кабельных линий (поэтому невозможно или ограничено применение ЦСПАЛ),
- малое количество абонентов, подключаемых в каждой точке,
- большое расстояние от АТС до мест расположения абонентов (до 10 и более километров)

Сравнение удельной стоимости подключения для различных технологий для случая телефонизации в сельской местности



Сравнительный анализ применения различных средств доступа в России

Оборудование	1996 год	1997 год	1998 год
ЦСПАЛ (4, 8 каналов)	95%	85%	70%
ЦСПАЛ (30 и более каналов)	5%	5%	10%
DLC (оборудование для подключения по ВОЛС)	0	5%	5%
оборудование радиодоступа	0	5%	15%

Структура универсального модема аналог / цифра

