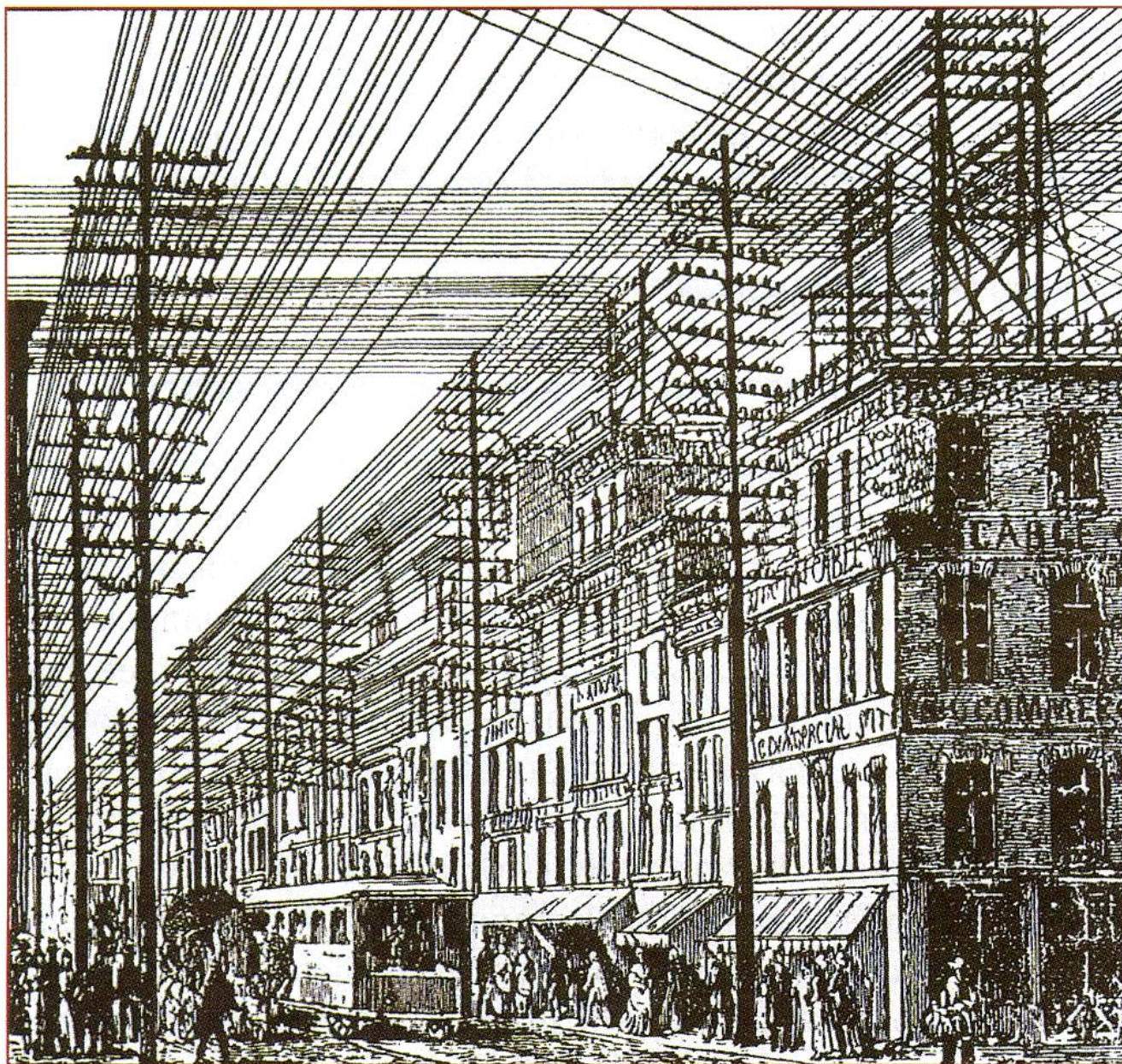


Тенденции развития сетей доступа: аспекты повышения скорости обмена информации и показателей надежности

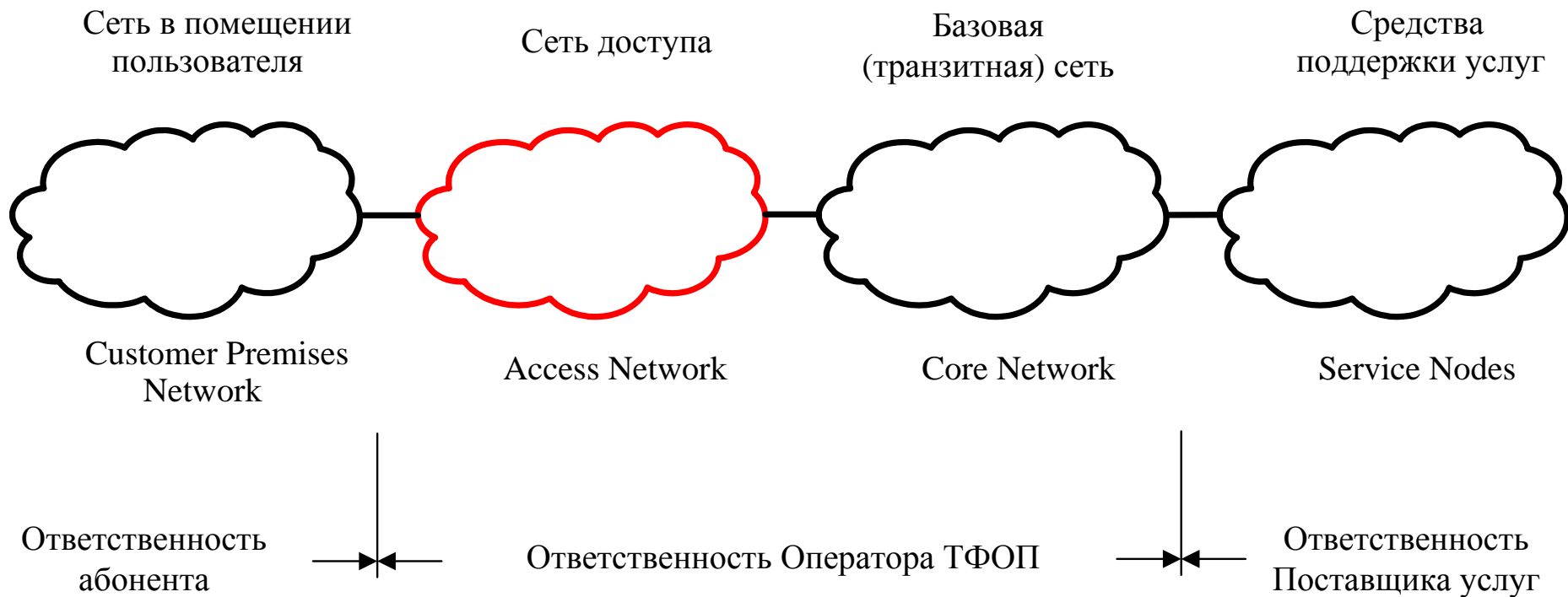
*Н.А. Соколов, д.т.н.
e-mail: sokolov@niits.ru*



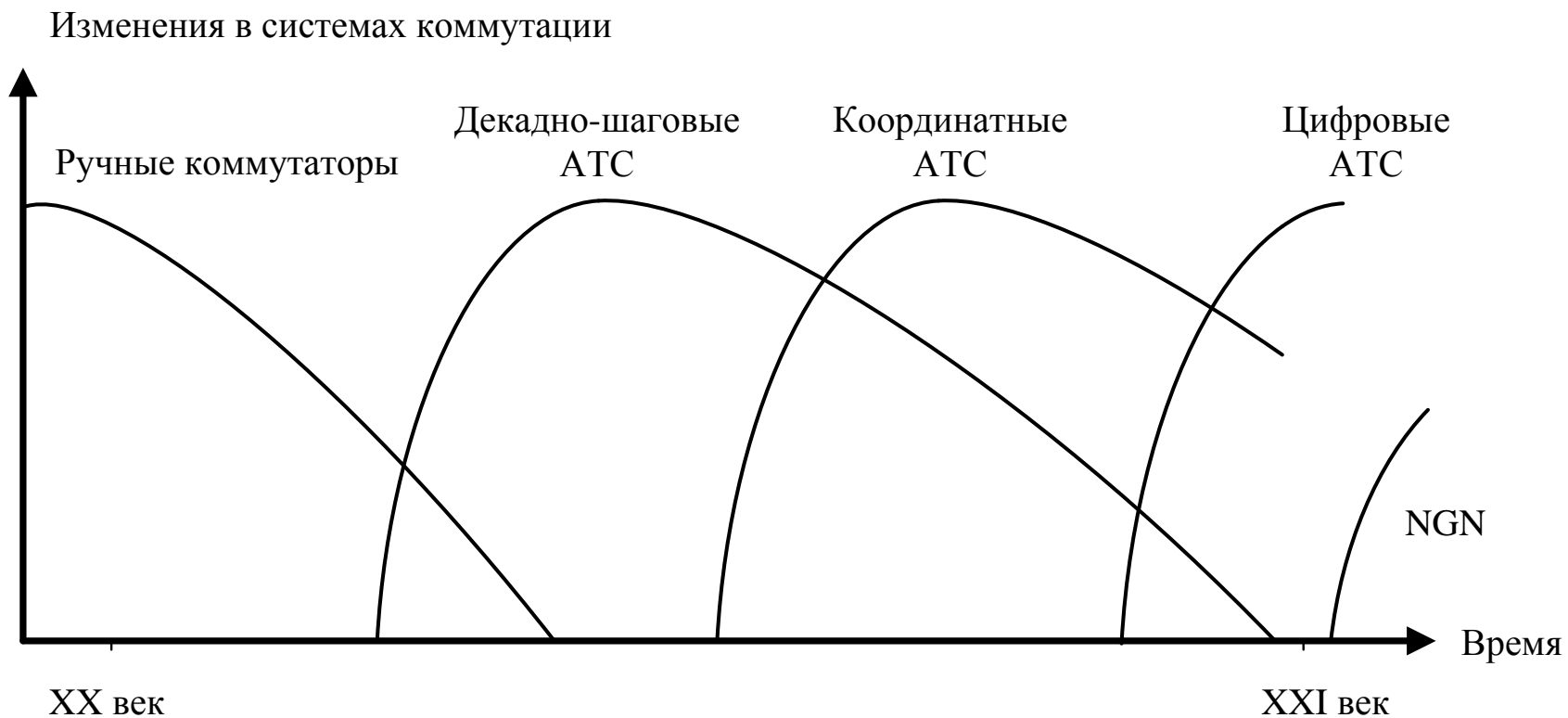
Из истории развития сетей доступа



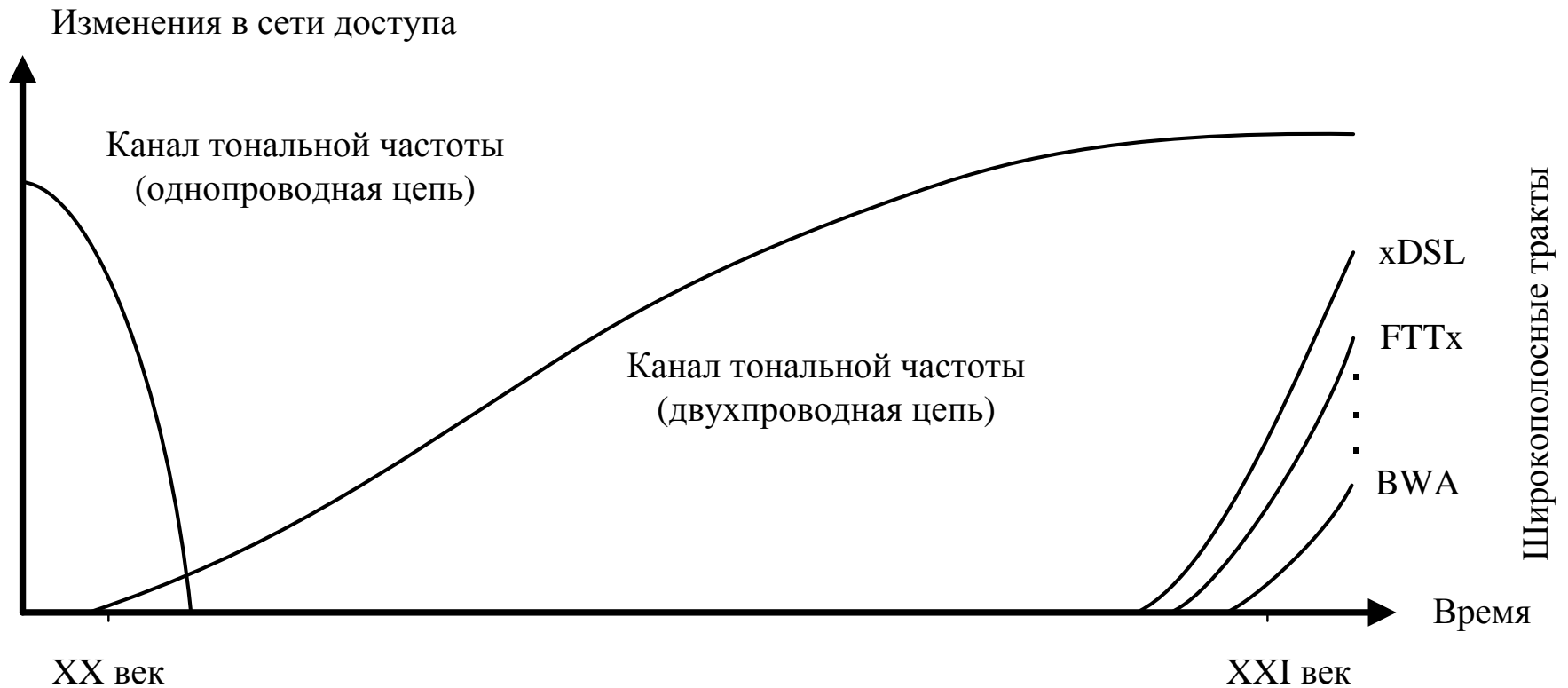
Модель сети электросвязи (ITU)



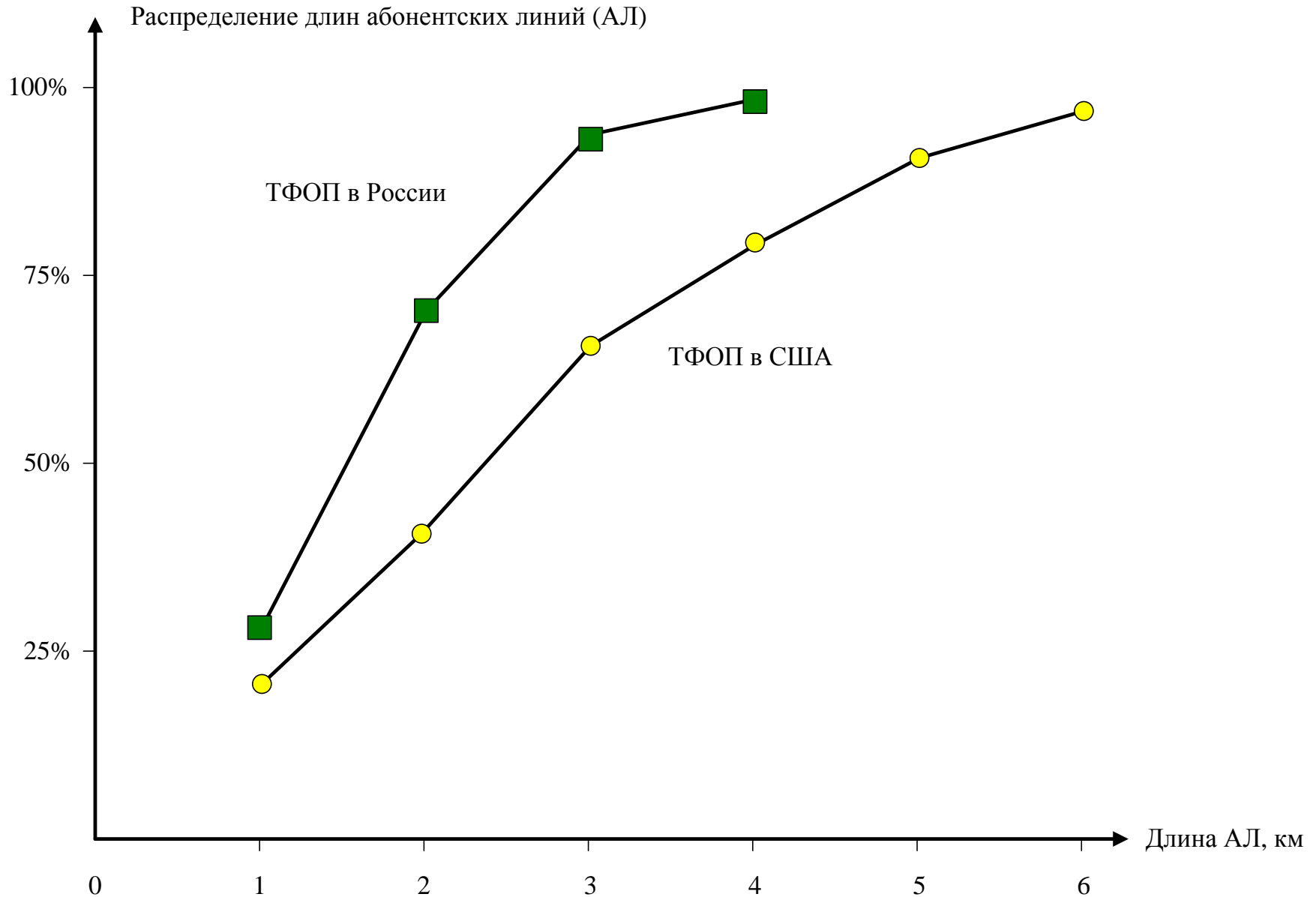
Аспекты старения оборудования



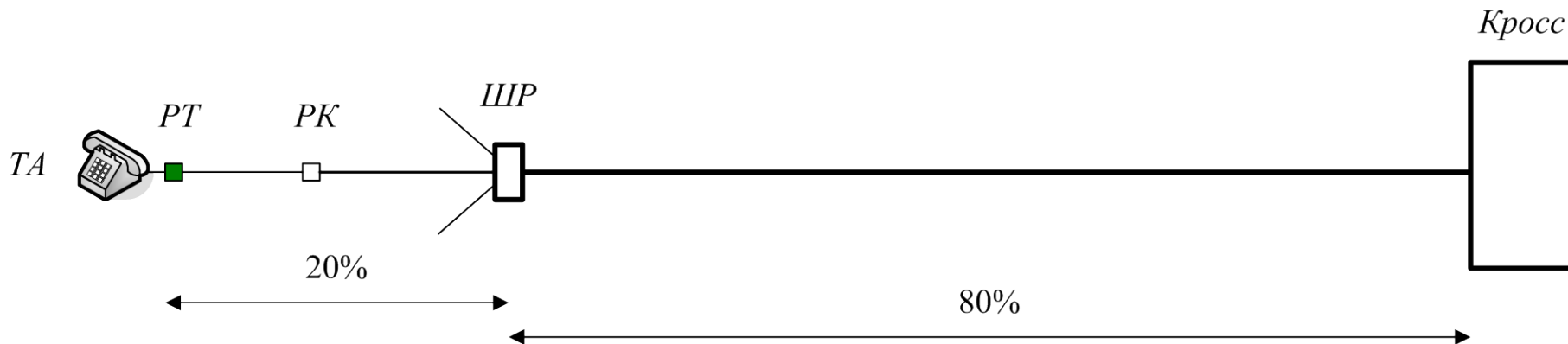
Особенности модернизации сетей доступа



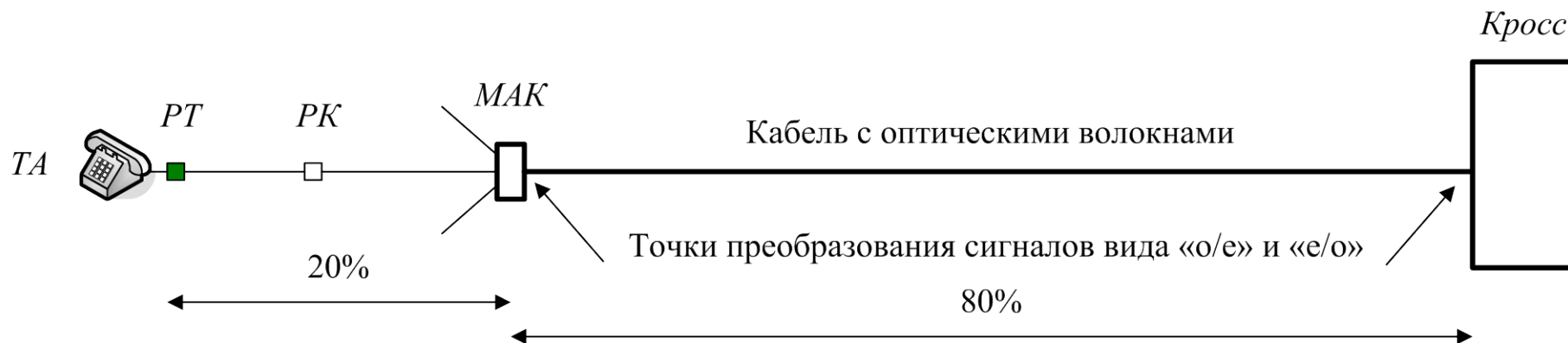
Статистика для сетей доступа (1)



Статистика для сетей доступа (2)



а) Модель эксплуатируемой сети доступа



б) Модель сети доступа класса FTTR

Распределительный участок сети доступа

Существенная доля инвестиций для технологии *FTTP* (волокно до дома или офиса) приходится на последние 300 м – из подвала, чердака или иной точки установки окончного оборудования оптического доступа. На этом участке вместо обычного кабеля с оптическими волокнами (ОВ) стали применяться кабели с полиэфирным ОВ (POF – в англоязычной литературе). Сравнительно низкая пропускная способность полиэфирных ОВ (порядка 100 Мбит/с) заметно превышает возможности DSL соединений.

Оценка стоимости сети доступа

Статьи затрат на создание ТФОП (без учета оборудования пользователя), МСЭ, 1964 год	Среднее значение
Линейные сооружения местной сети	31% (24% АЛ + 7% СЛ)
Коммутационное оборудование	31%
Междугородные и международные каналы	26%
Здания и земля	12%

Современные исследования –
затраты на сеть доступа: **20 – 30%**.

Размещение оборудование в контейнере

Полная замена АТС несколькими контейнерами

Оператор	KPN, Нидерланды	Slovak Telekom	British Telecom	France Telecom	Telecom Italia
Количество контейнеров	21	1	15,3	18,3	6,8

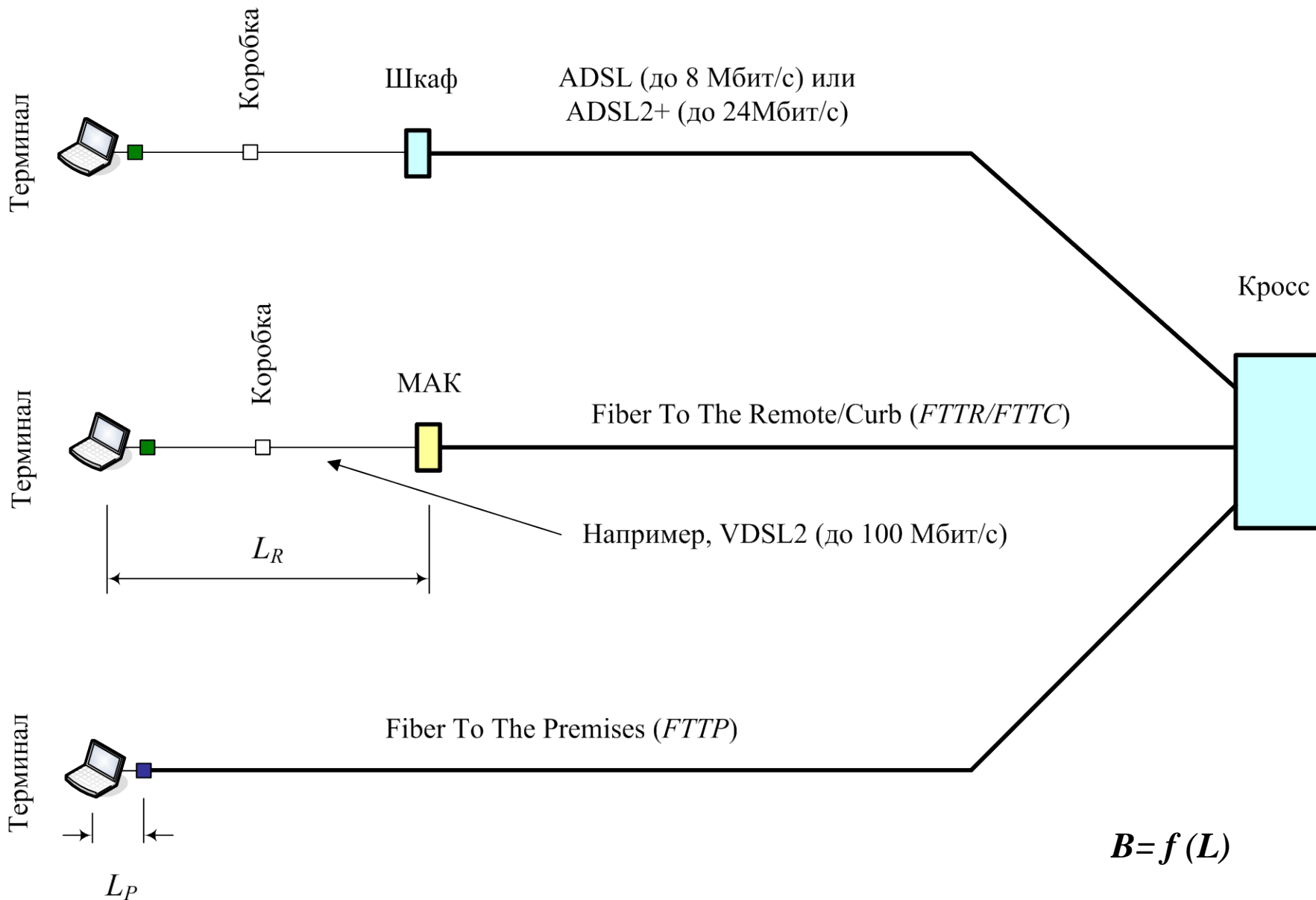
Компания KPN при затратах на проект в 0,9 млрд. евро смогла выручить от продажи зданий АТС 1 млрд. евро!

Российский опыт: АТС емкостью 10000 номеров с доступом по VDSL была размещена в 23 контейнерах с габаритами, примерно равными размерам типичного распределительного шкафа (400x820x1600).

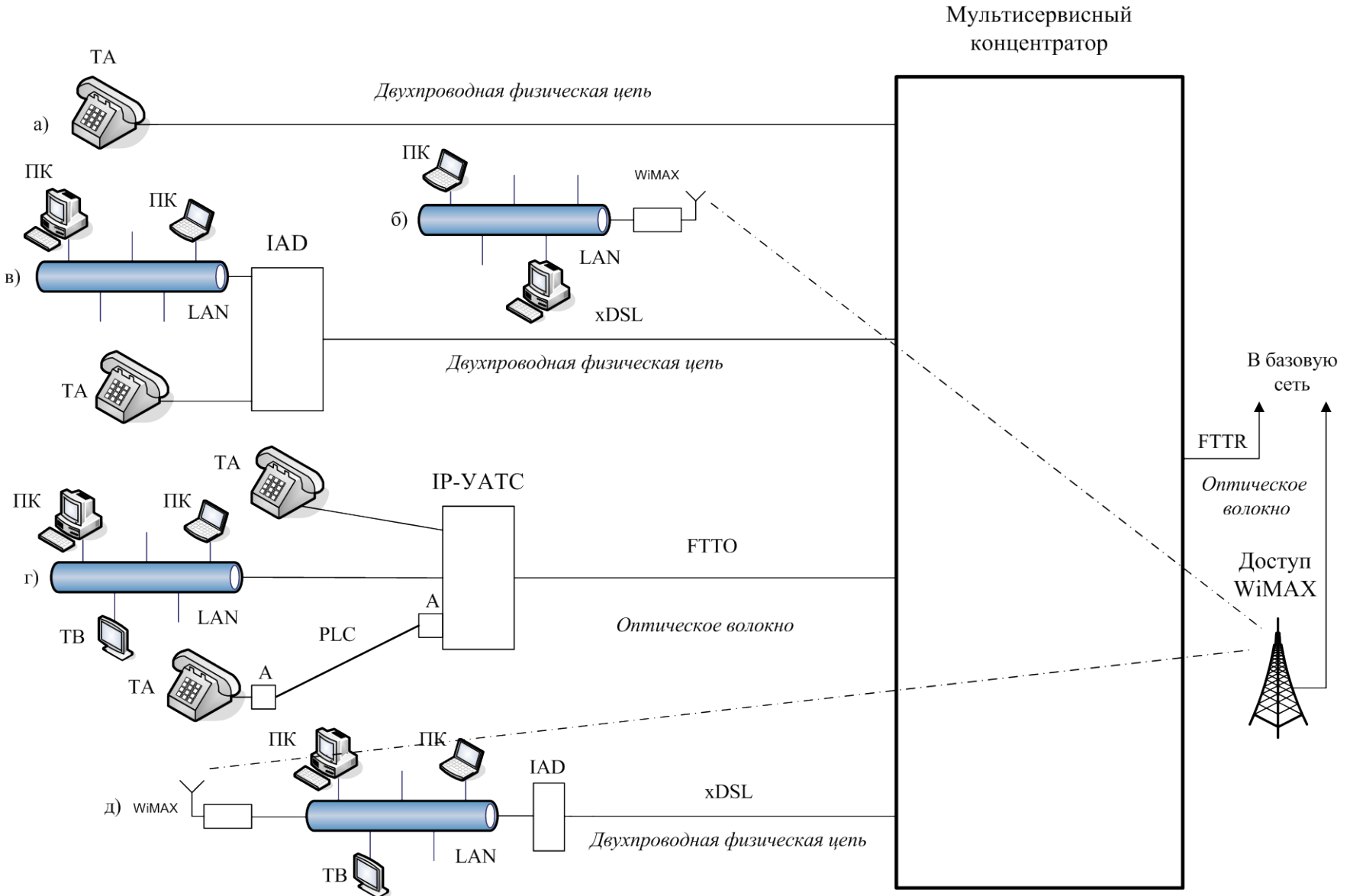
Типичный контейнер



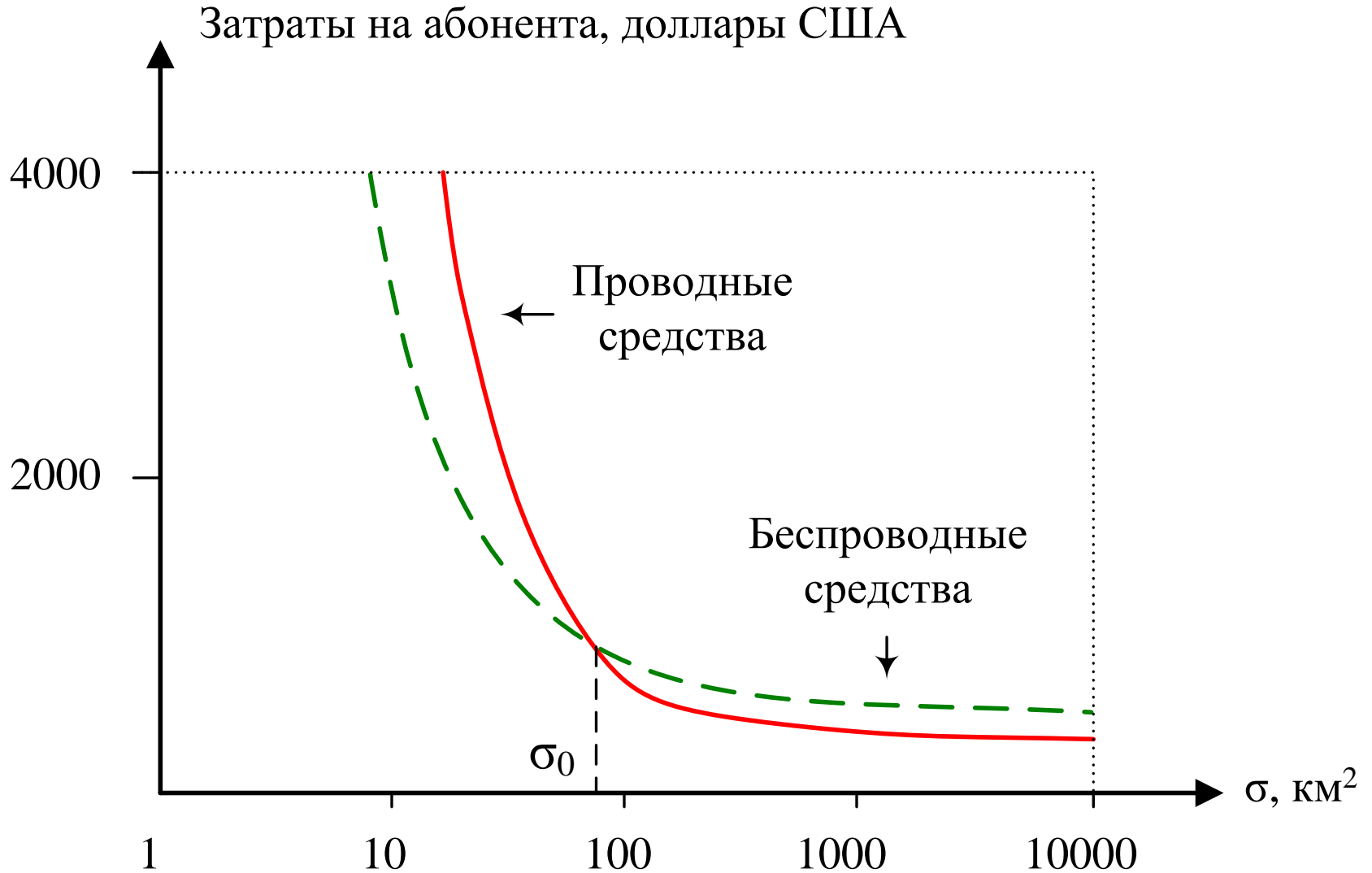
Обеспечение полосы пропускания



Структура сети доступа для МАК



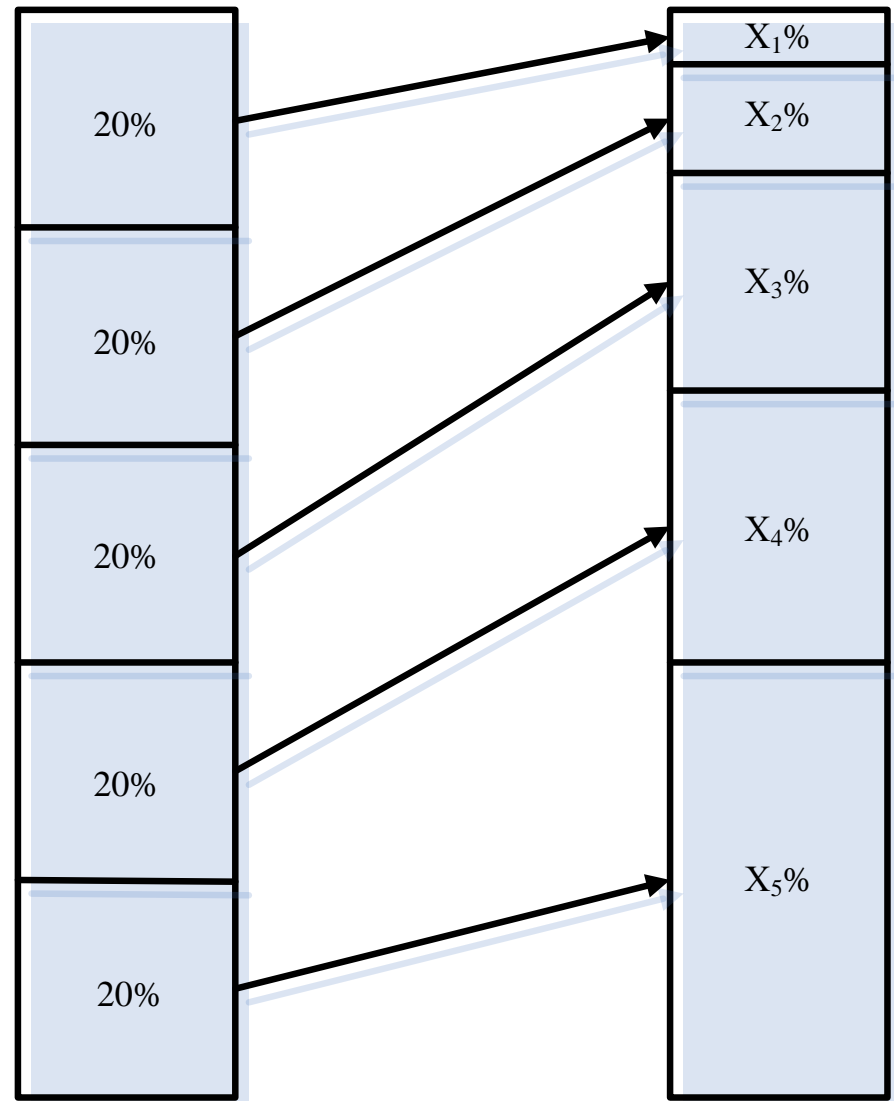
Сравнение технологий доступа



Потенциальные клиенты Оператора

Доля доходов

Доля абонентов

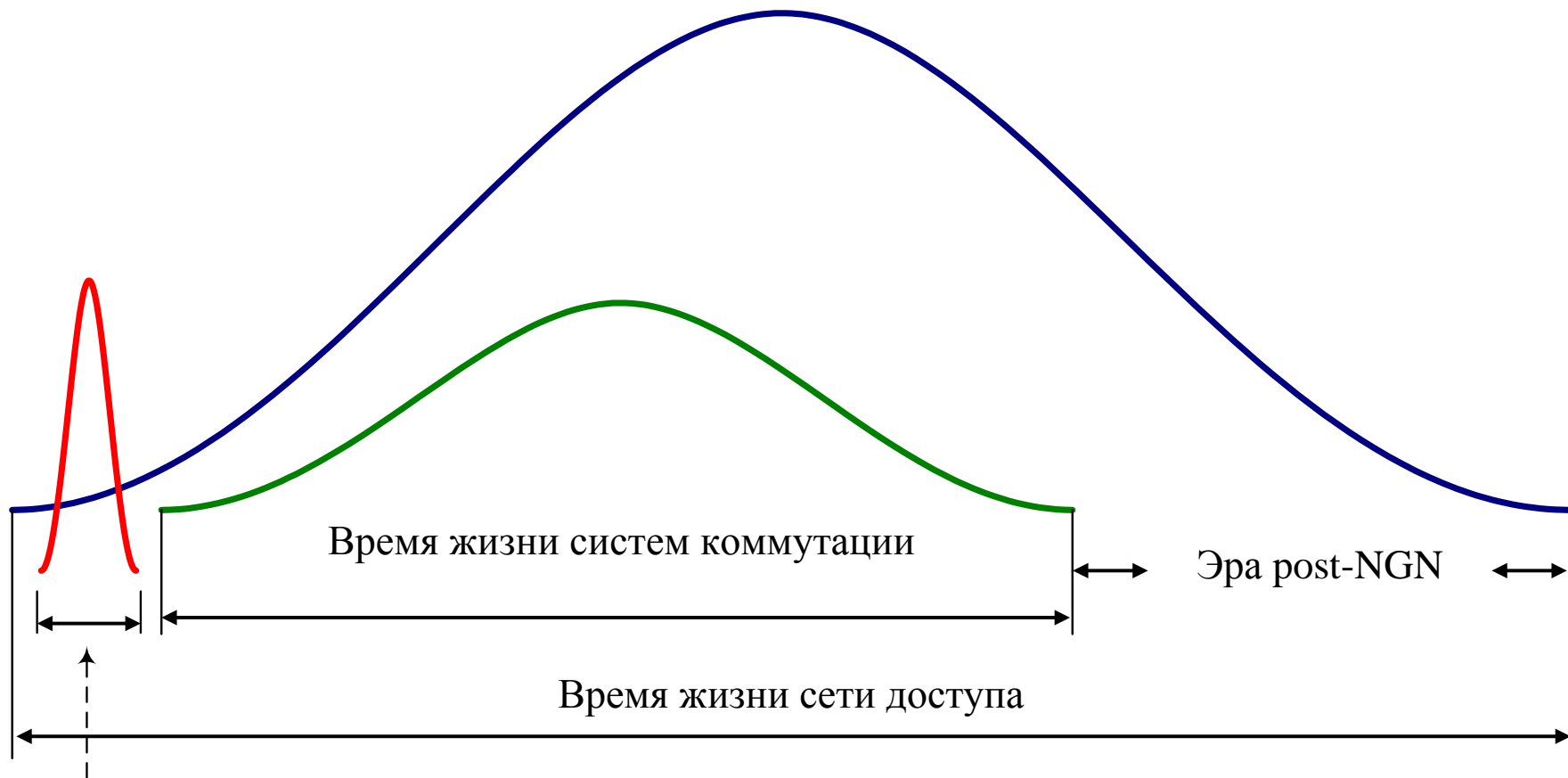


1. Деление по уровню доходов на пять групп.

2. Определение h групп по формуле Стерджеса:

$$h=1+\log_2 N.$$

Время жизни компонентов сети

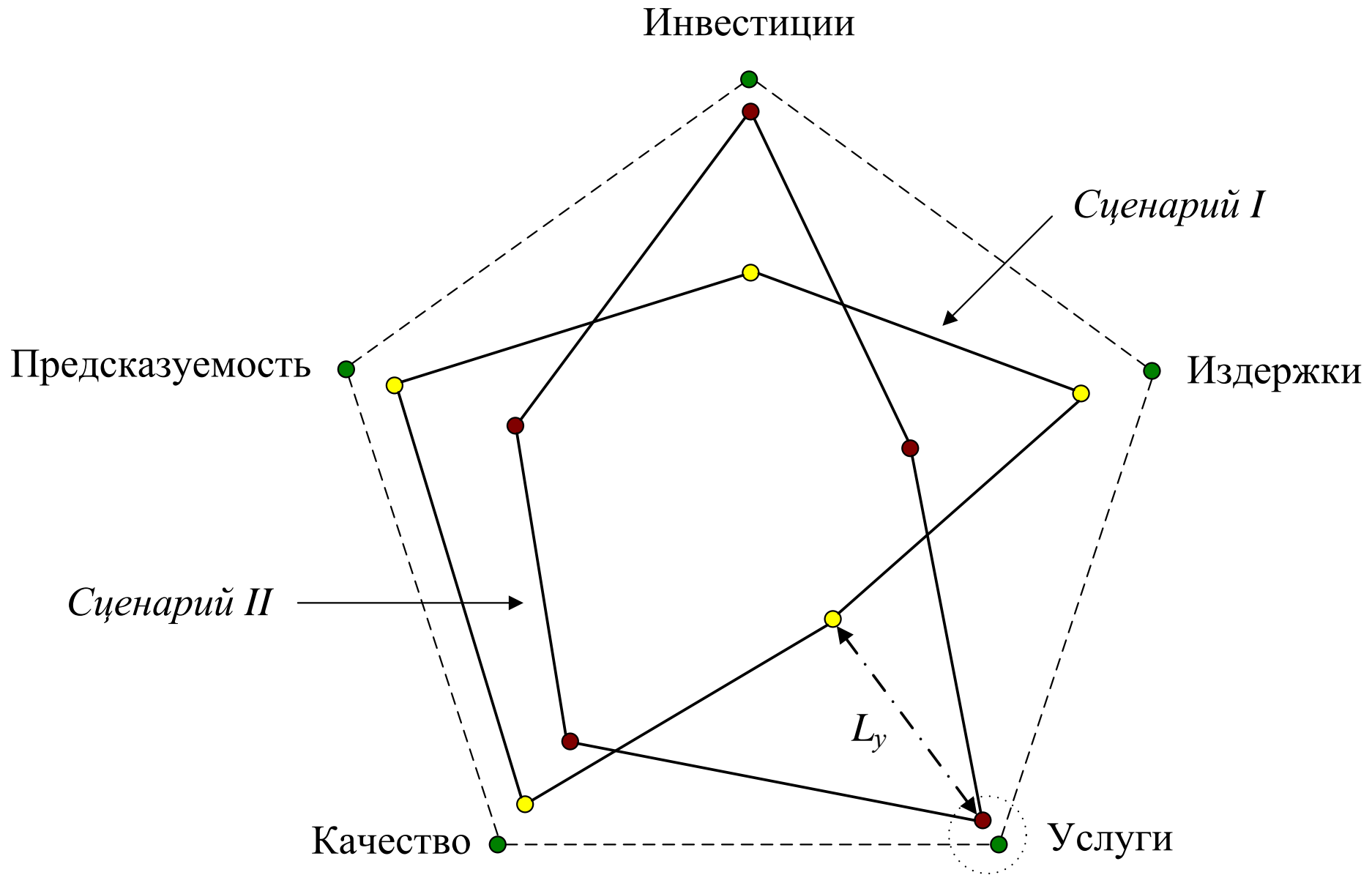


Время жизни
терминалов

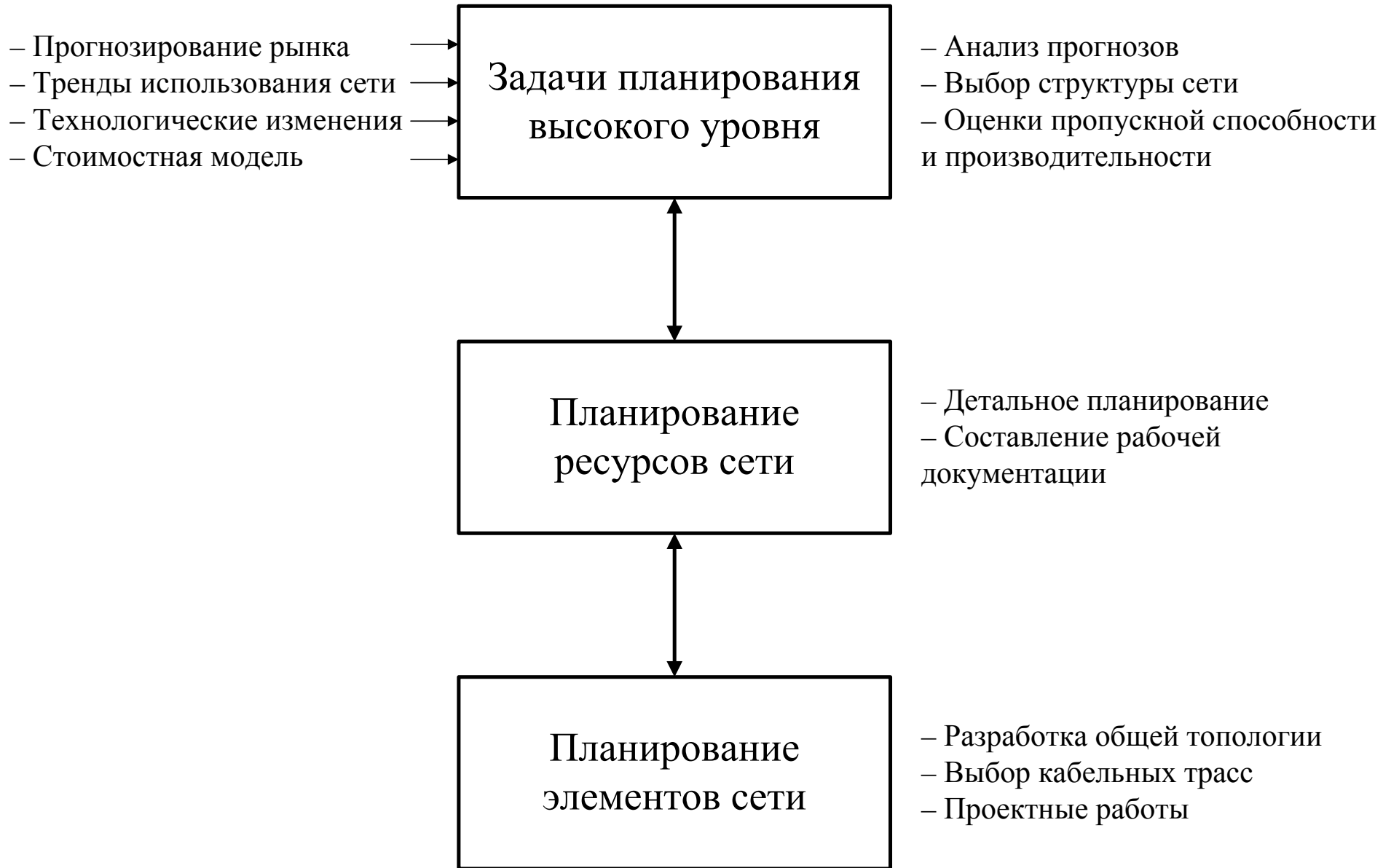
Основные требования к сети доступа

- 1. Экономичность развития доступа.**
- 2. Надежность связи (правило «Пяти девяток»).**
- 3. «Технологическая прозрачность» и адаптация к новым видам услуг.**
- 4. Поддержка *мобильности абонента*.**
- 5. Приемлемость для эры post-NGN.**

Оценка сценариев развития сетей доступа



Виды задач планирования сети доступа



Изменение количества АТС

Цифровизация телефонной сети города Торонто
(население – около 2,5 млн. человек)

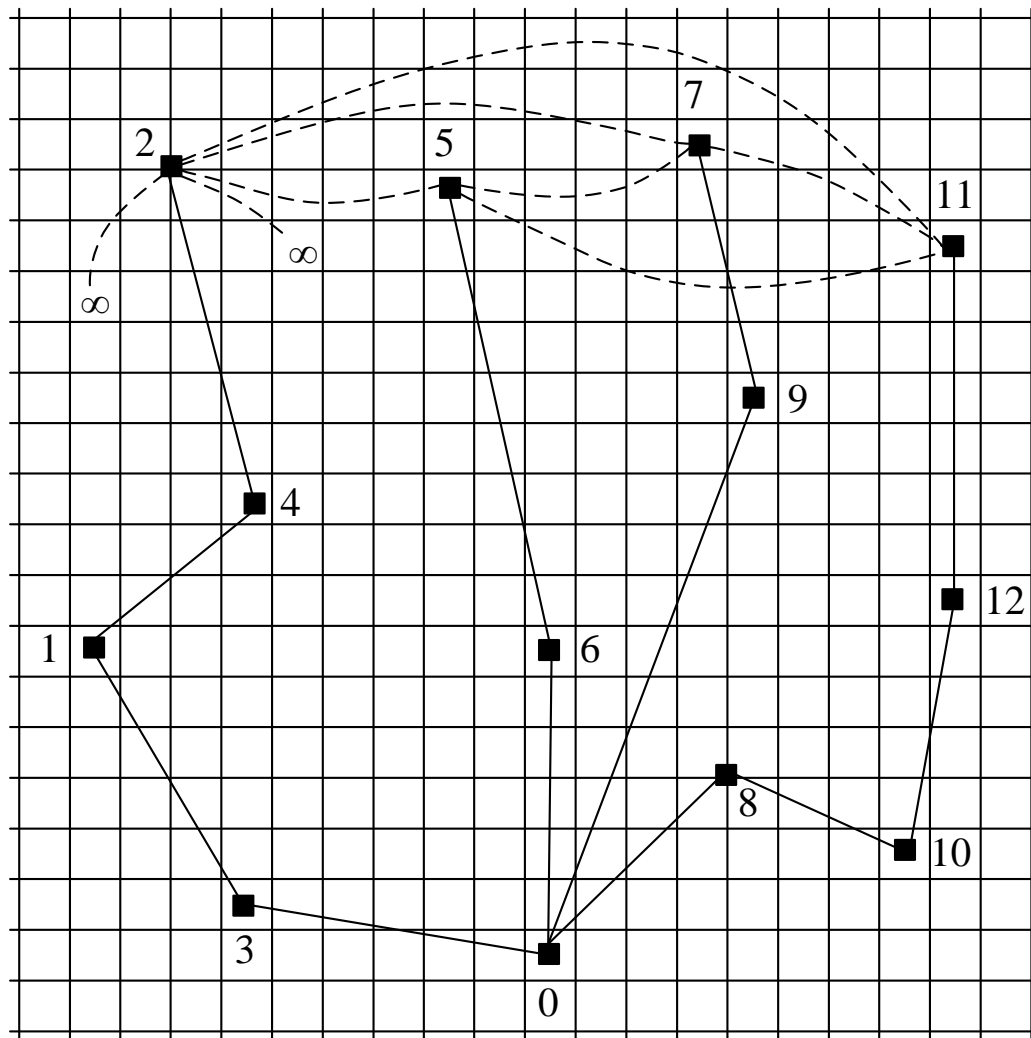
Год	1990	1991	1992	1993
Число АТС	67	61	45	38

Источник: O. W. McAleer. Meeting Canadian Customer Needs through Advanced Switching Technologies. – ISS'92. Proceedings.

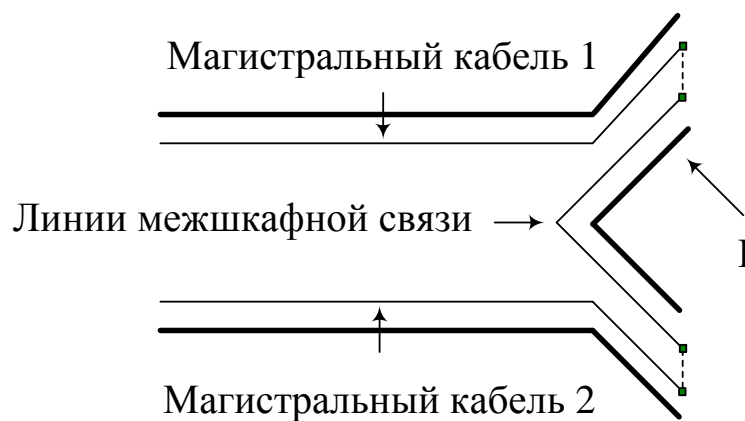
ТФОП в Италии включала 66 транзитных узлов, расположенных по территории страны. Новая сеть, основанная на технологии VoIP, состоит из 24 транзитных узлов (IP Exchange). Это означает, что переход на IP технологию позволяет примерно в 2,75 раза сократить количество транзитных узлов.

Источник: "Компьютерная телефония", 2002, №5 "Telecom Italia внедряет крупнейшую в Европе сеть VoIP с Cisco и Italtel".

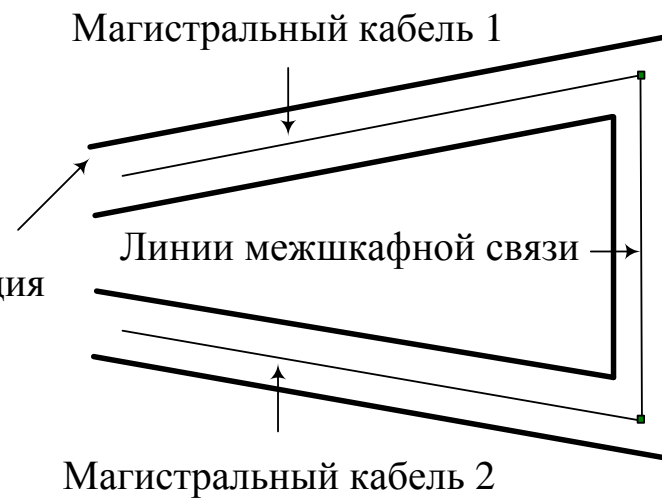
Формирование колец в сети доступа (1)



Формирование колец в сети доступа (2)

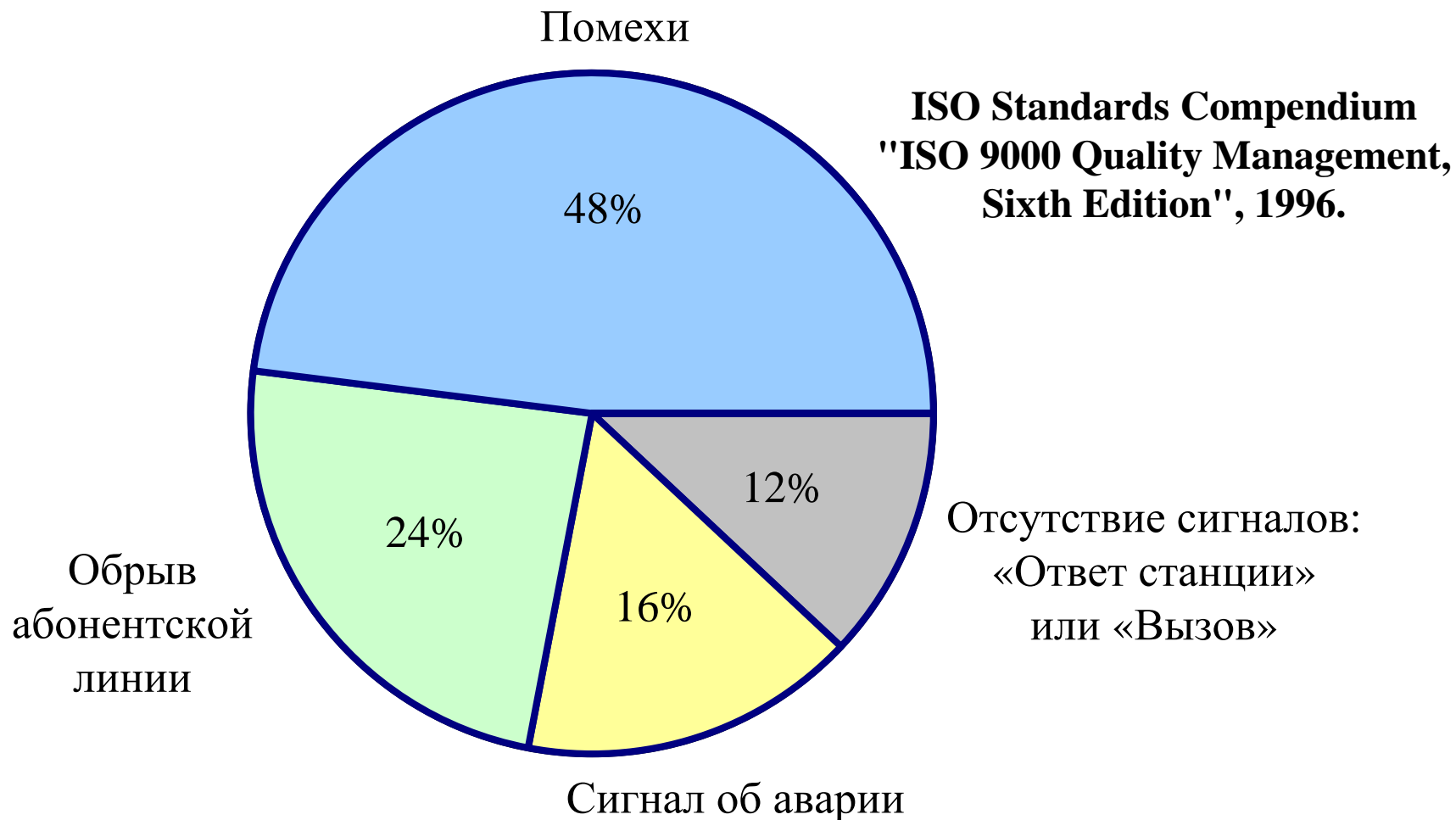


а) Первый тип межшкафной связи



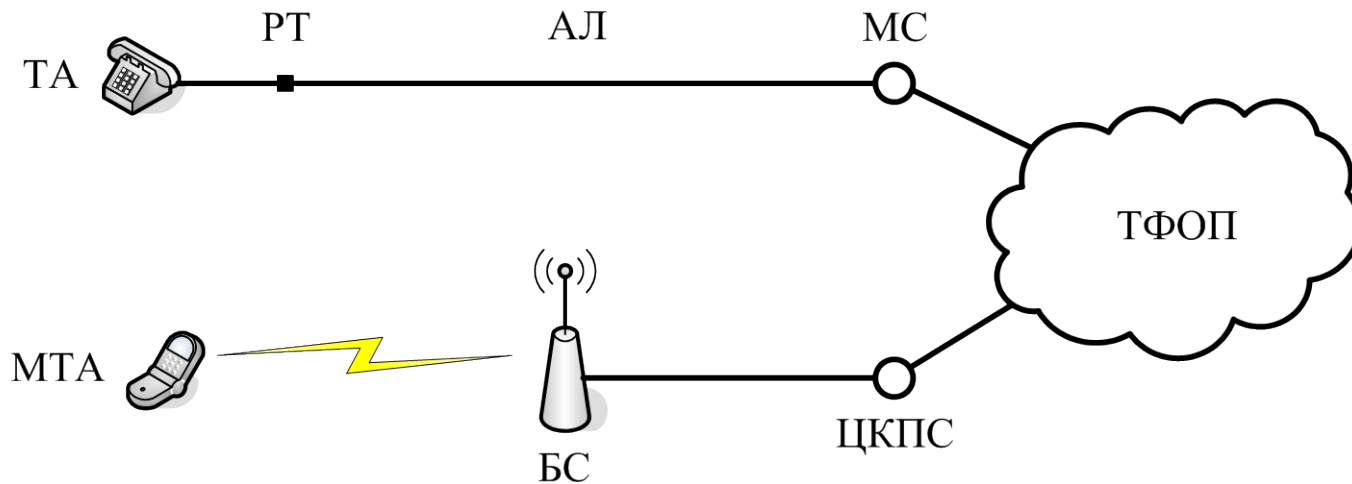
б) Второй тип межшкафной связи

Причины жалоб абонентов ТФОП



Современная ситуация: около 85% всех отказов приходится на сеть доступа!

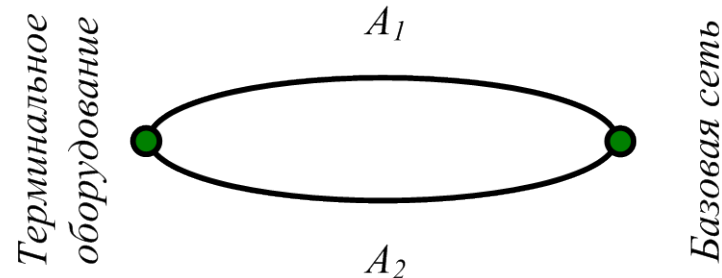
Повышение надежности доступа в сеть



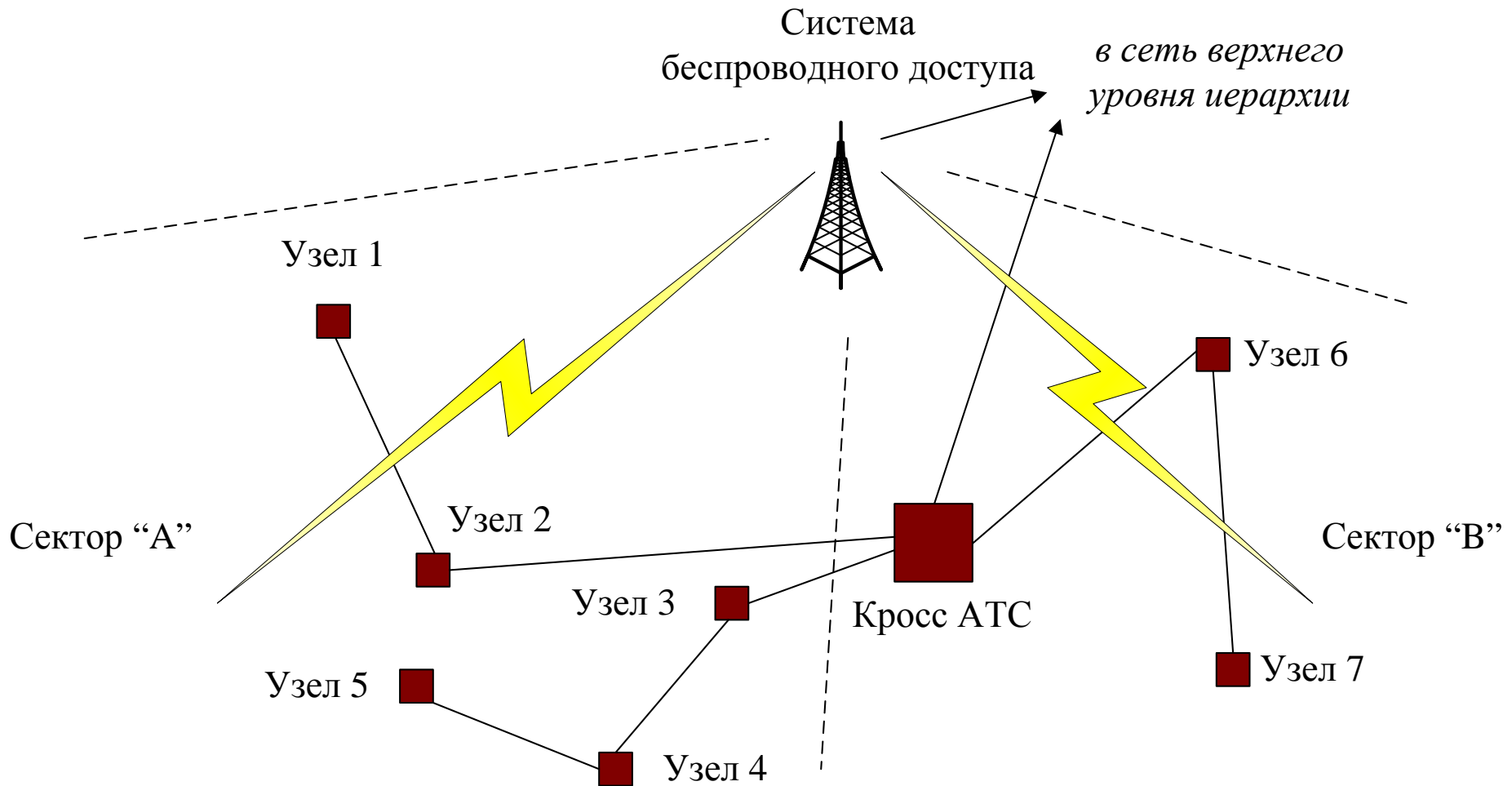
$$A_1 = A_2 = 0,999$$
$$\Rightarrow A \approx 0,9999999$$

($T_0 \approx 1$ мин.)

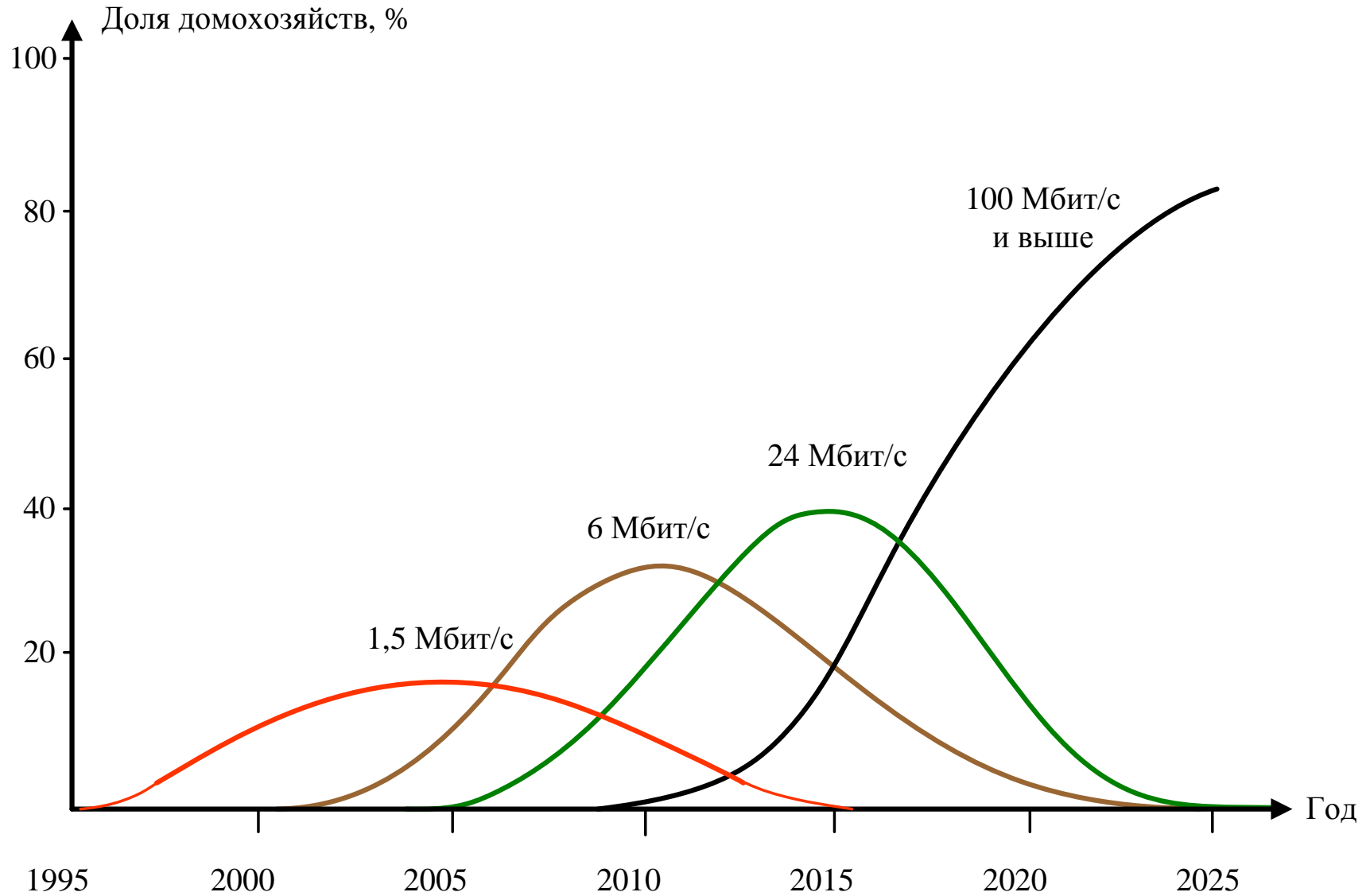
$$A = 1 - (1 - A_1)(1 - A_2)$$



Надежность доступа “W+W”



Прогнозирование скорости доступа



Экстраполяция прогнозов

Различия между странами можно обнаружить в трех показателях исследуемых процессов:

- *абсолютное значения максимума (амплитуда);*
- *скорость развития (частота);*
- *сдвиг начальной точки на оси "Время" (фаза).*

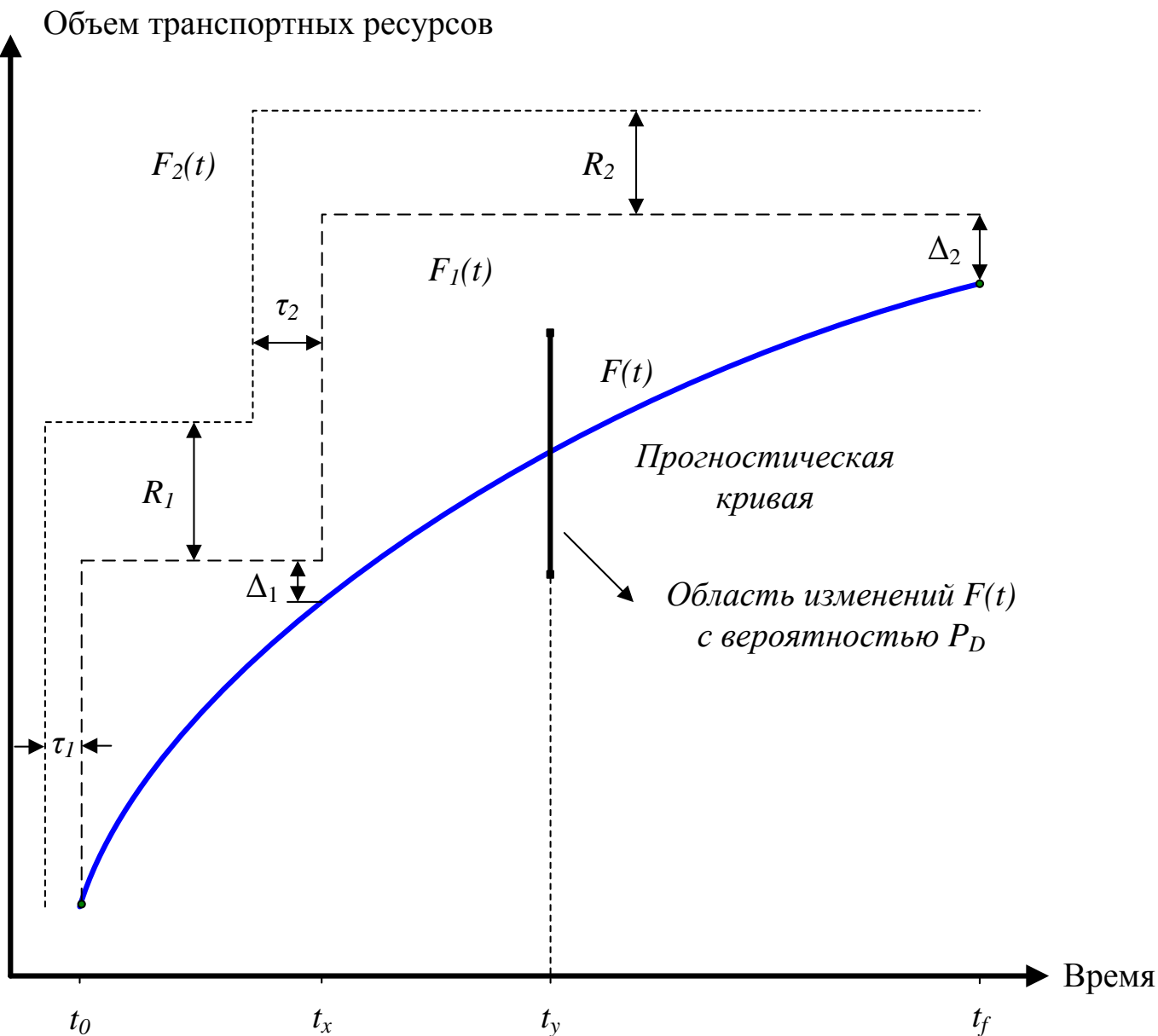
$F_j(t)$ – функция, соответствующая прогностической кривой в стране-аналоге.

$k_A = \mathcal{G} \frac{G_R}{G_M}$ – коэффициент изменения максимума.

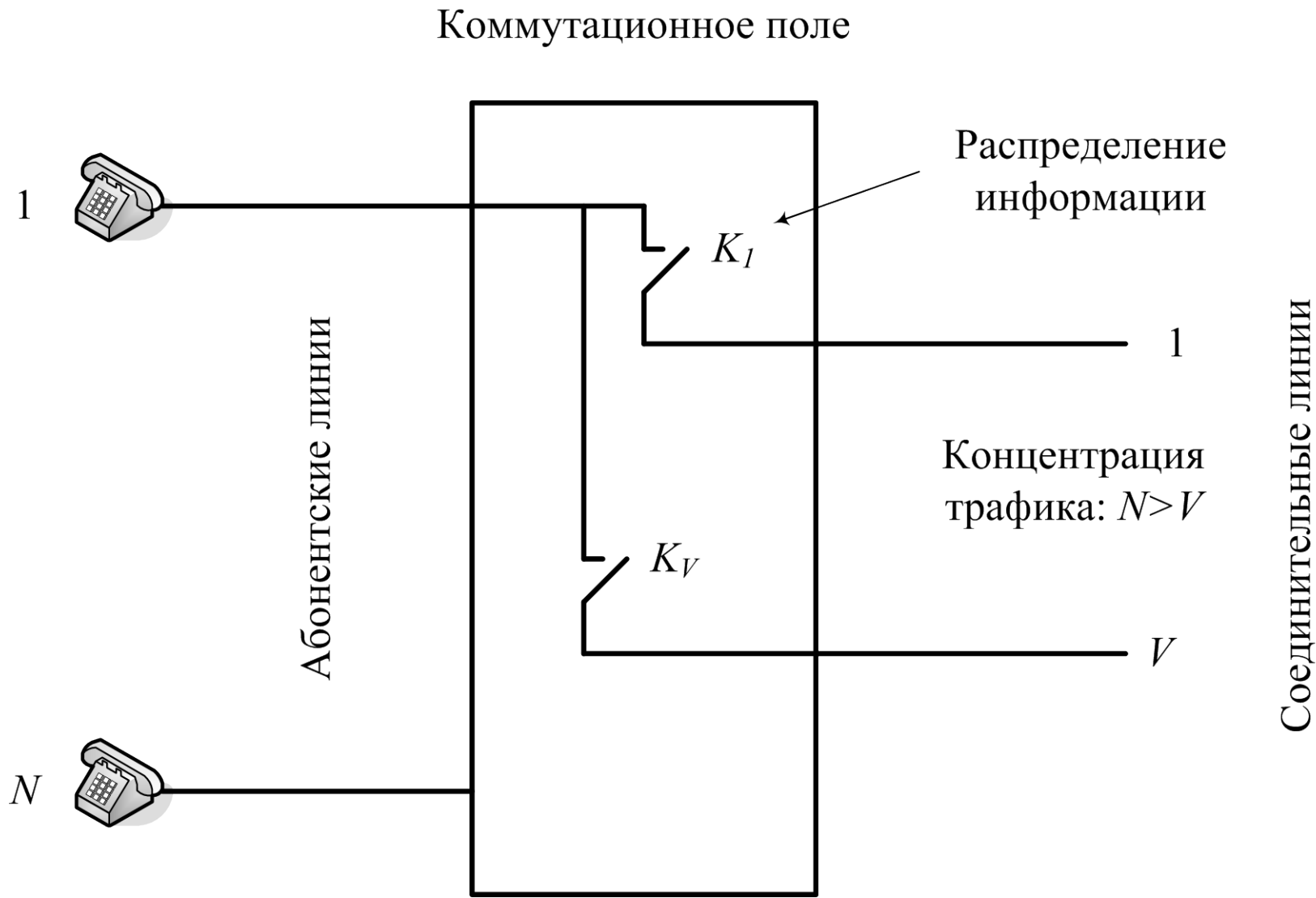
$t_F = \xi \frac{H_M}{H_R} t$ – измененное значение скорости развития.

τ – время отставания . $\Rightarrow F(t) = k_A F_j(t_F - \tau)$

Требования к транспортным ресурсам



Две функции узла коммутации



Соглашение об уровне обслуживания

Определение SLA: формальное соглашение между двумя или более объектами права, которое достигнуто после работ по согласованию с целью определения характеристик услуги, ответственности и приоритета каждой из сторон.

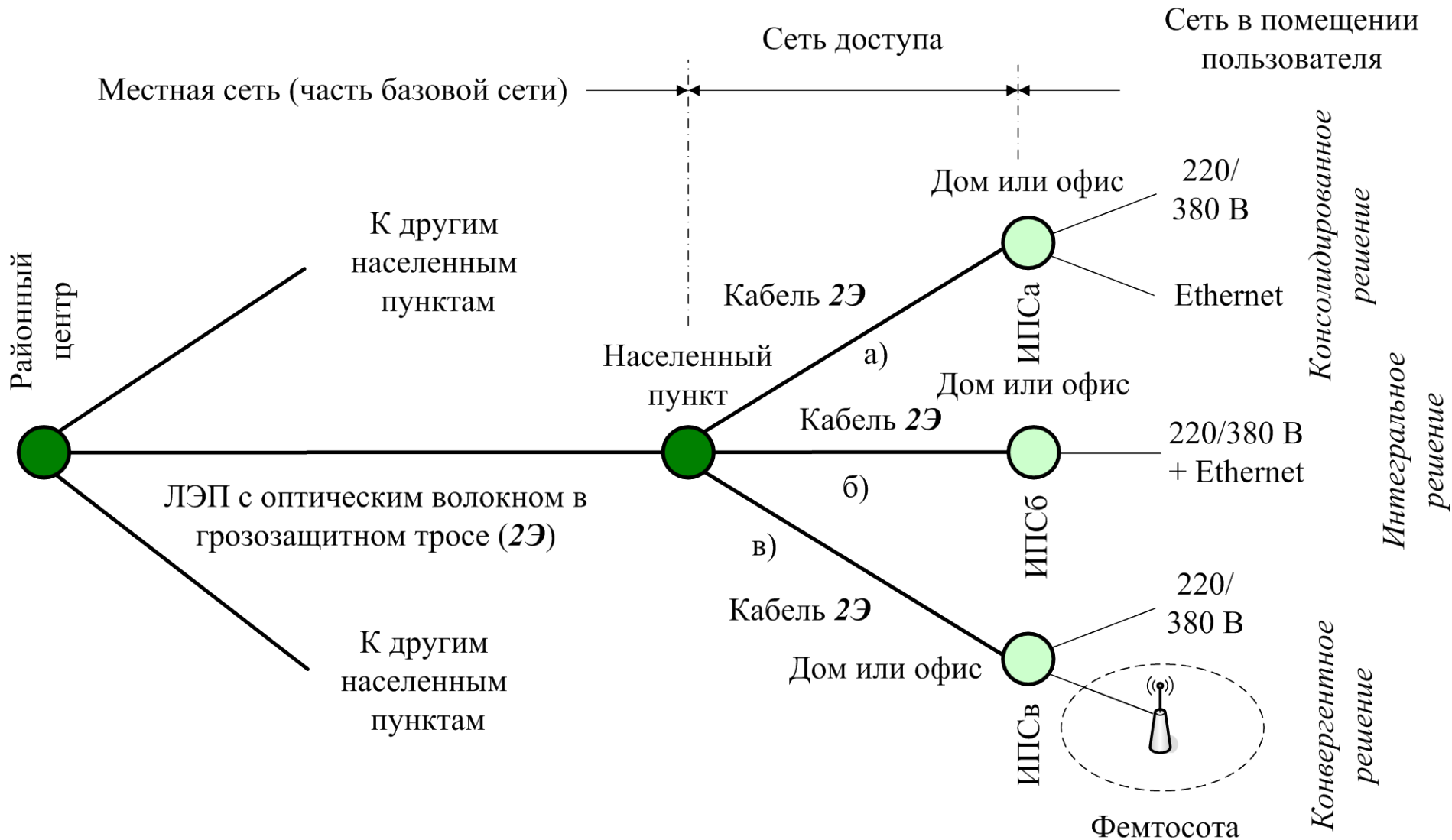
SLA может содержать положения о характеристиках, о биллинге, о предоставлении услуги, а также правовые и экономические положения.

Часть SLA, содержащую ссылку на QoS, называют "соглашениями о QoS". В оригинале – QoS Agreement. Эта часть SLA включает формальную, согласованную с объектами права, программу мониторинга, измерений и определения характеристик и параметров QoS.

Основные положения SLA

- 1. Наличие письменного договора – документа между поставщиком услуг и пользователем.*
- 2. Согласование качества услуг между пользователем и поставщиком услуг.*
- 3. Приоритет пользователя в определении требований к качеству услуг.*
- 4. Использование принципа единой ответственности из конца в конец.*
- 5. Рассмотрение качества услуги, а не только сети.*
- 6. Выражение характеристик качества услуги и их параметров (норм) понятным для пользователя способом.*
- 7. Особое внимание к вопросам надежности.***
- 8. Наличие, среди характеристик качества, услуг безопасности.*
- 9. Наличие категорий качества, увязанных с тарифам на услуги.*
- 10. Контроль поставщика услуг и пользователя за выполнением SLA в процессе предоставления услуги.*
- 11. Наличие в SLA системы управления качеством услуг.*
- 12. Применение к поставщику услуг штрафных санкций за невыполнение SLA.*
- 13. Наличие примерного алгоритма выбора среди характеристик качества услуг и их параметров.*
- 14. Наличие рекомендаций по организации запросов пользователей в отношении качества услуг.*

Концепция «2Э»



Вопросы?