

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

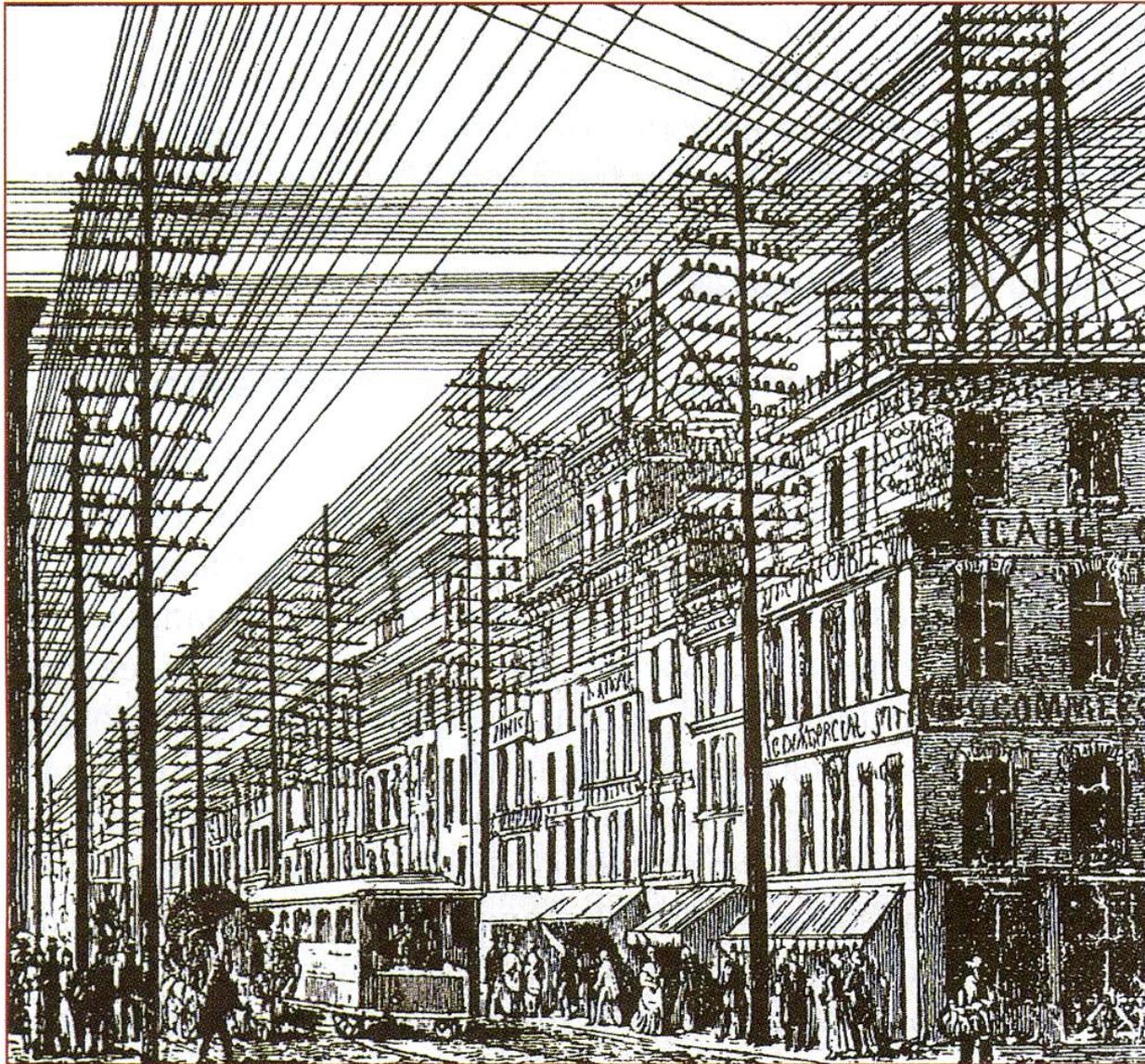
*Н.А. Соколов, доктор технических наук, главный научный
сотрудник ЛО ЦНИИС, e-mail: sokolov@niits.ru*

Переход развивающихся стран с существующих сетей на сети нового поколения(NGN): технические, экономические, законодательные и политические аспекты. Семинар МСЭ, 23 – 25 июня, 2014 г., Санкт-Петербург

Сети доступа, конец XIX века



Сети доступа, начало XX века



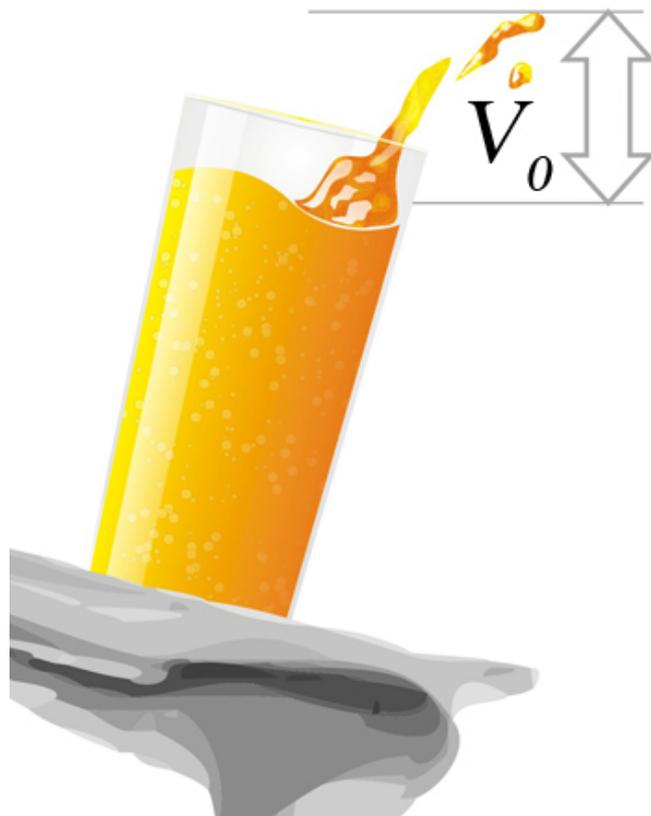
Операция “Взять - перенести” (1)



Три основные положения:

- **Выполнить работу за время, которое не превышает порог T_0 ;**
- **Не выплеснуть сок из стакана в объеме более уровня V_0 ;**
- **Не допустить попадание посторонних примесей с концентрацией более P_0 .**

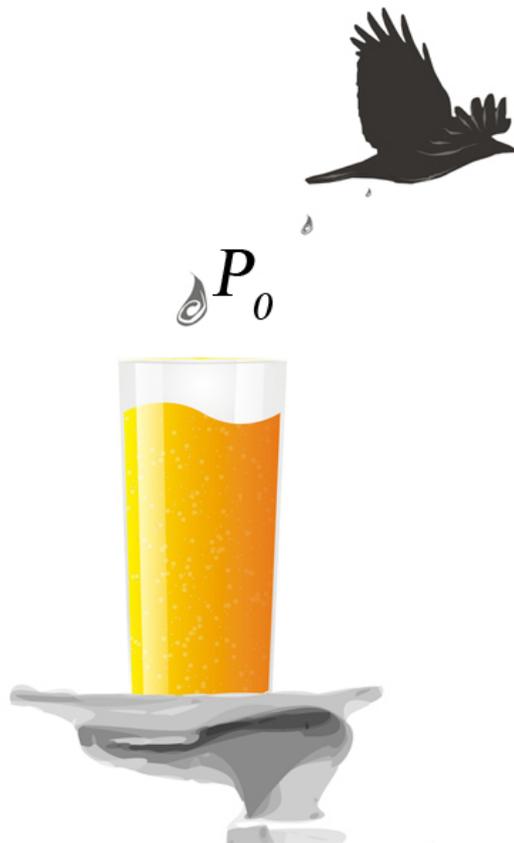
Операция “Взять - перенести” (2)



Три основные положения:

- Выполнить работу за время, которое не превышает порог T_0 ;
- **Не выплеснуть сок из стакана в объеме более уровня V_0 ;**
- Не допустить попадание посторонних примесей с концентрацией более P_0 .

Операция “Взять - перенести” (3)



Три основные положения:

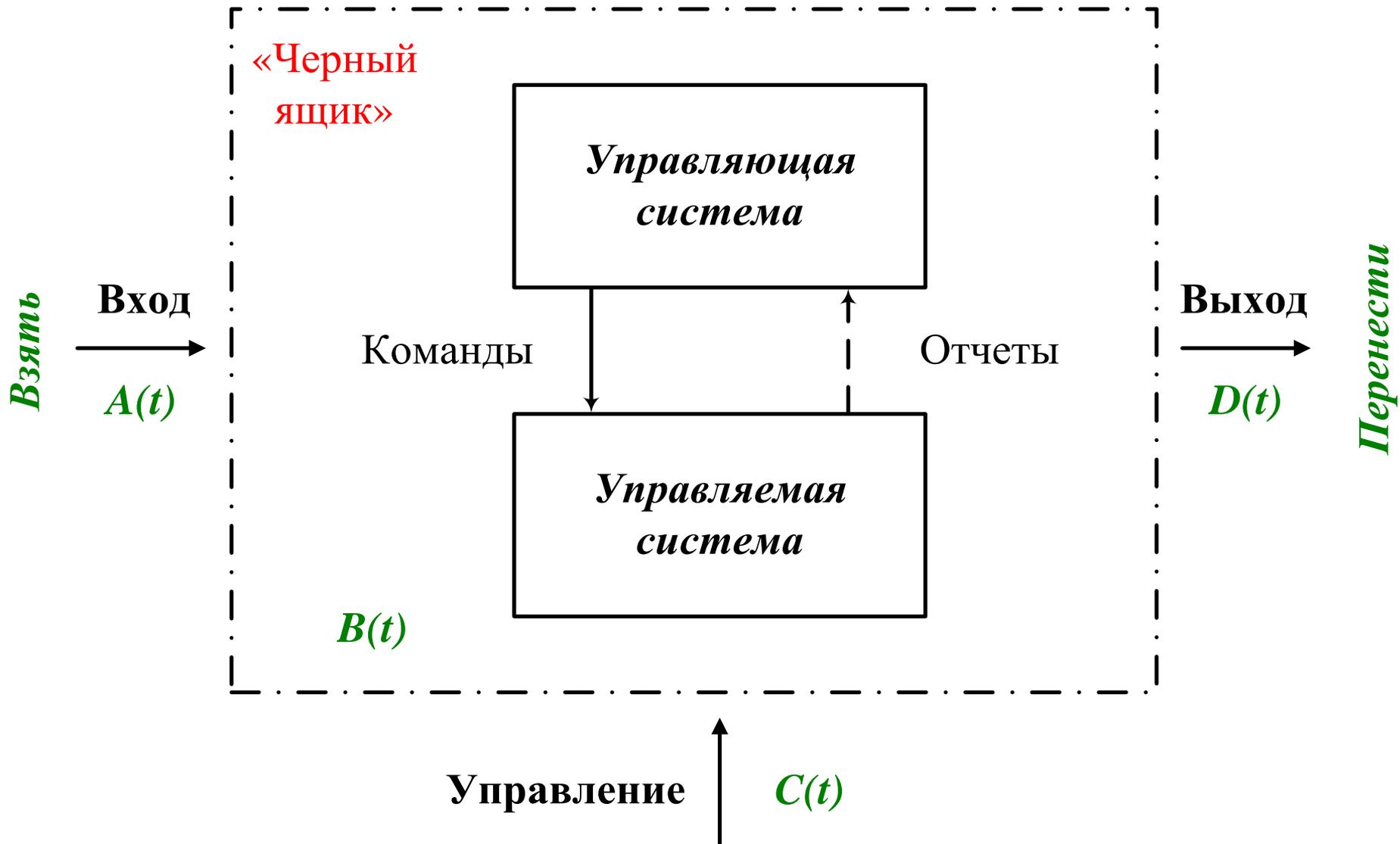
- Выполнить работу за время, которое не превышает порог T_0 ;
- Не выплеснуть сок из стакана в объеме более уровня V_0 ;
- Не допустить попадание посторонних примесей с концентрацией более P_0 .

Операция “Взять - перенести” (4)

Функции телекоммуникационной системы при передаче информации между точками X и Y могут быть представлены (формально!) похожими положениями:

- Доставить информацию за время, которое не превышает порог T_0 ;
- Передать основную часть информации, допустив потери не более V_0 ;
- Не допустить искажение передаваемой информации свыше уровня P_0 .

Большая и сложная система



Эволюционные процессы в электросвязи

Реализация концепция VI&P:

V – Visual (обмен видеоинформацией).

I – Intelligent (интеллект).

P – Personal (персонализация).

Появление персональных компьютеров и их включение в сеть Internet.

Построение сетей мобильной связи.

Переход к «Экономике клиента».

Международный союз электросвязи



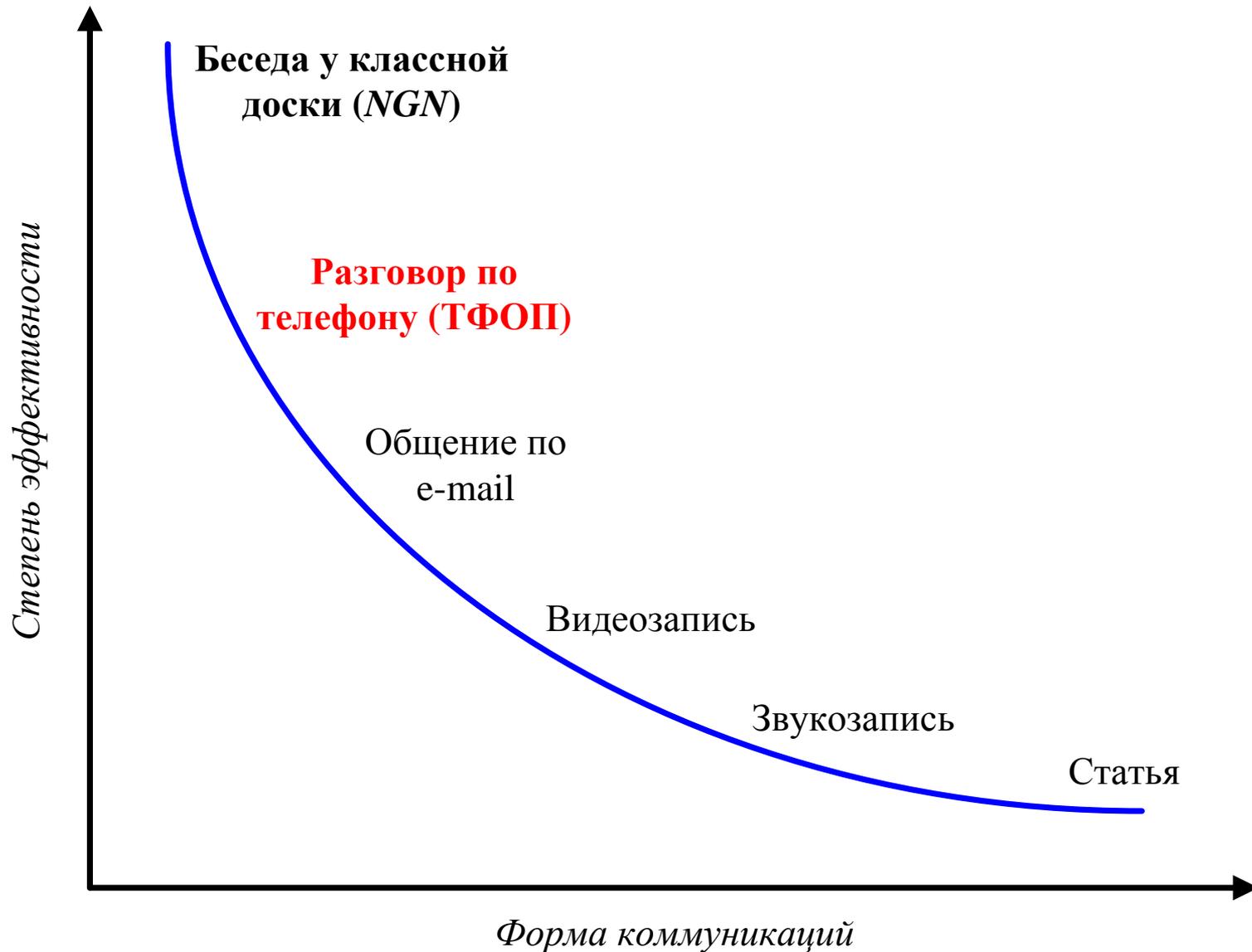
Международный союз электросвязи (*International Telecommunication Union, ITU*) – международная организация, определяющая стандарты (точнее – рекомендации) в области электросвязи. МСЭ – одна из старейших международных организаций. Она была основана в Париже в 17 мая 1865 года под названием Международный телеграфный союз (*Union internationale du télégraphe*). В 1934 году МСЭ получил свое нынешнее название, а в 1947 году стал специализированным учреждением Организации Объединенных Наций. В настоящее время в МСЭ входят почти 200 стран. Стандарты МСЭ не являются обязательными, но поддерживаются большинством игроков телекоммуникационного рынка, так как они облегчают взаимодействие между сетями связи и позволяют Провайдерам предоставлять услуги по всему миру.

[Официальный сайт: www.itu.int]

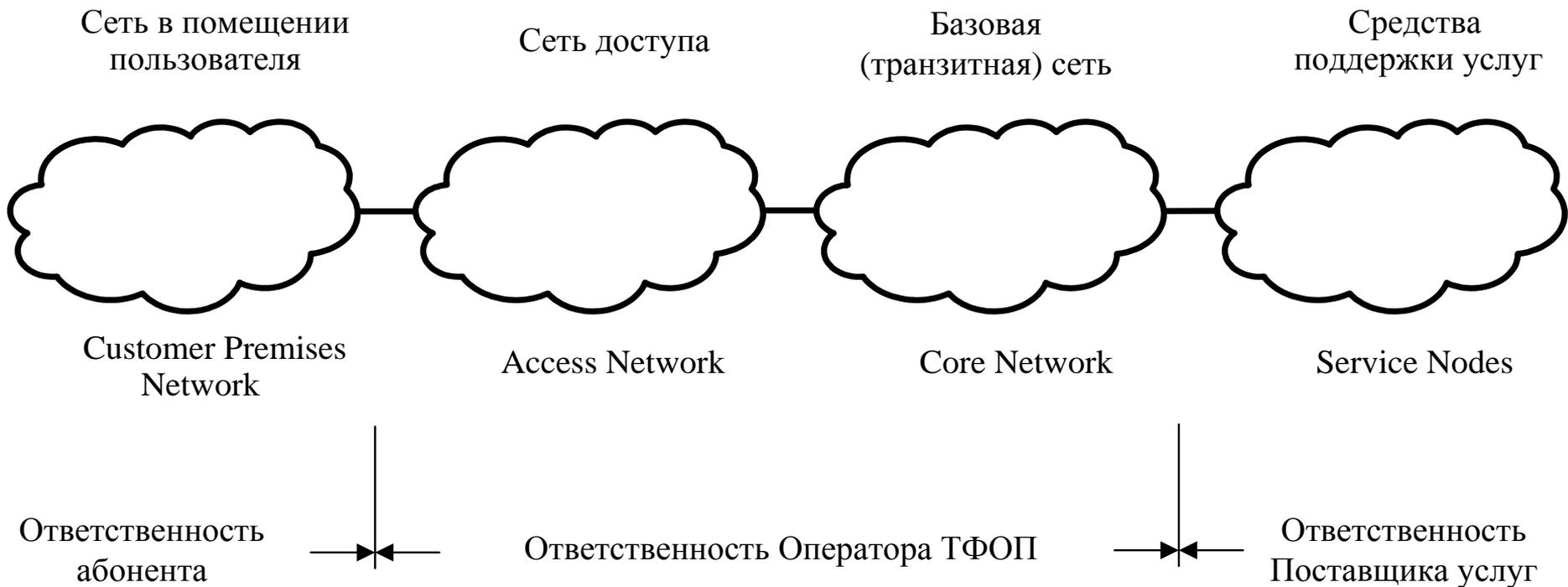
Международный телеграфный союз



Эффективность коммуникаций

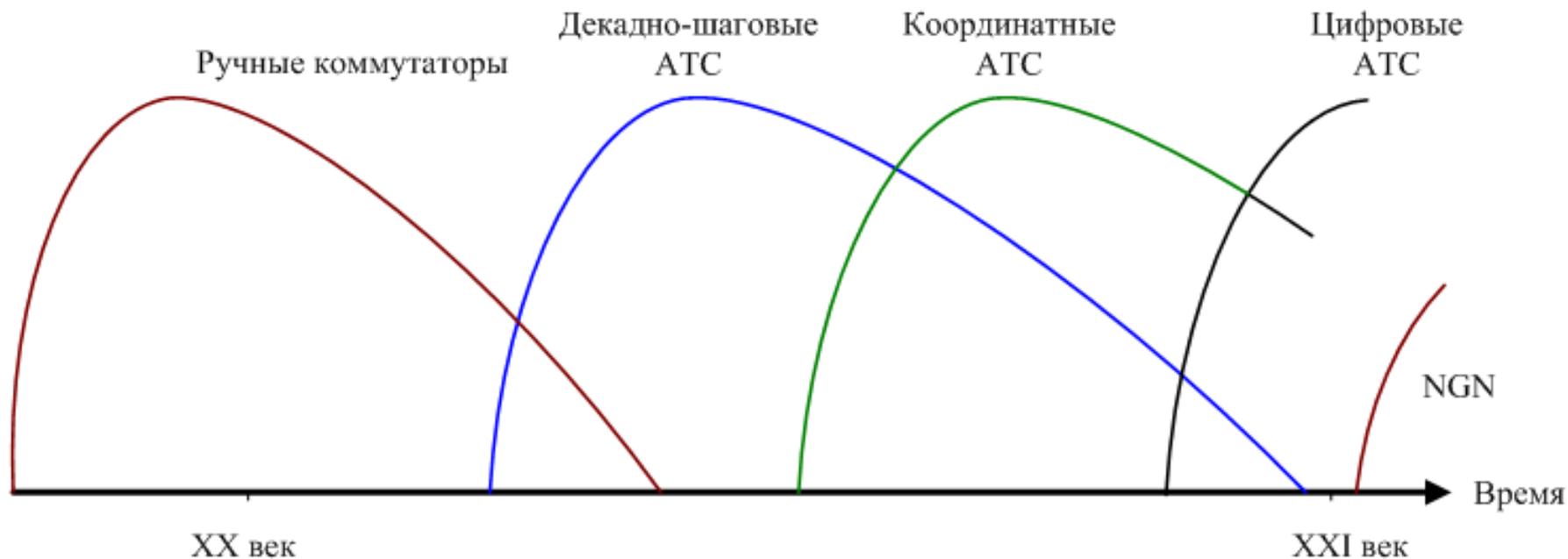


Модель сети электросвязи (ITU)



Аспекты старения оборудования

Изменения в системах коммутации

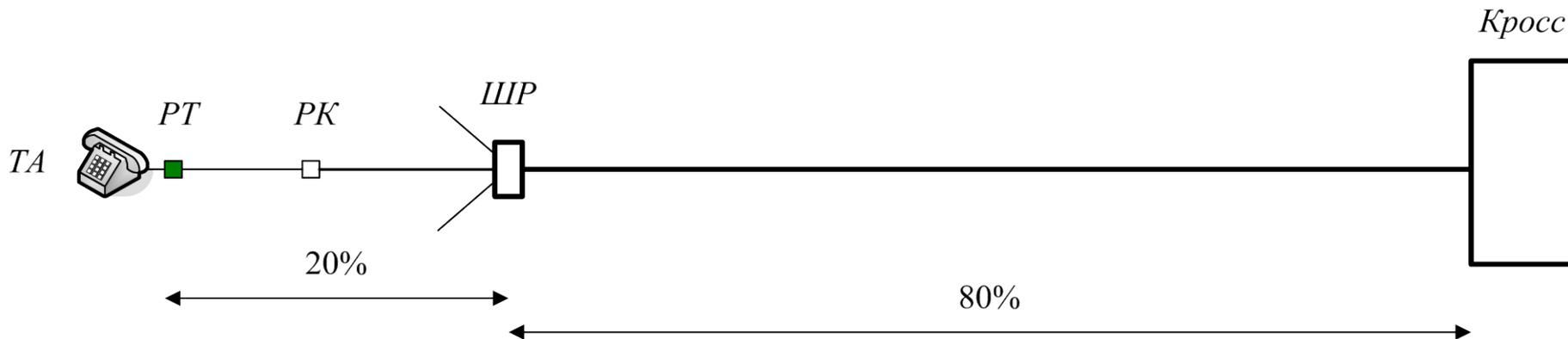


Особенности модернизации сетей доступа

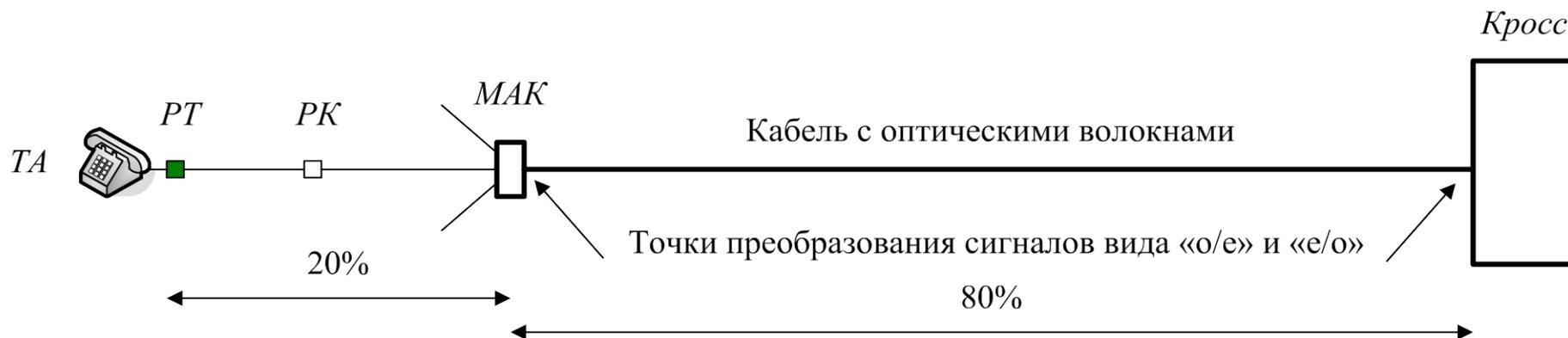
Изменения в сети доступа



Статистика для сетей доступа (1)

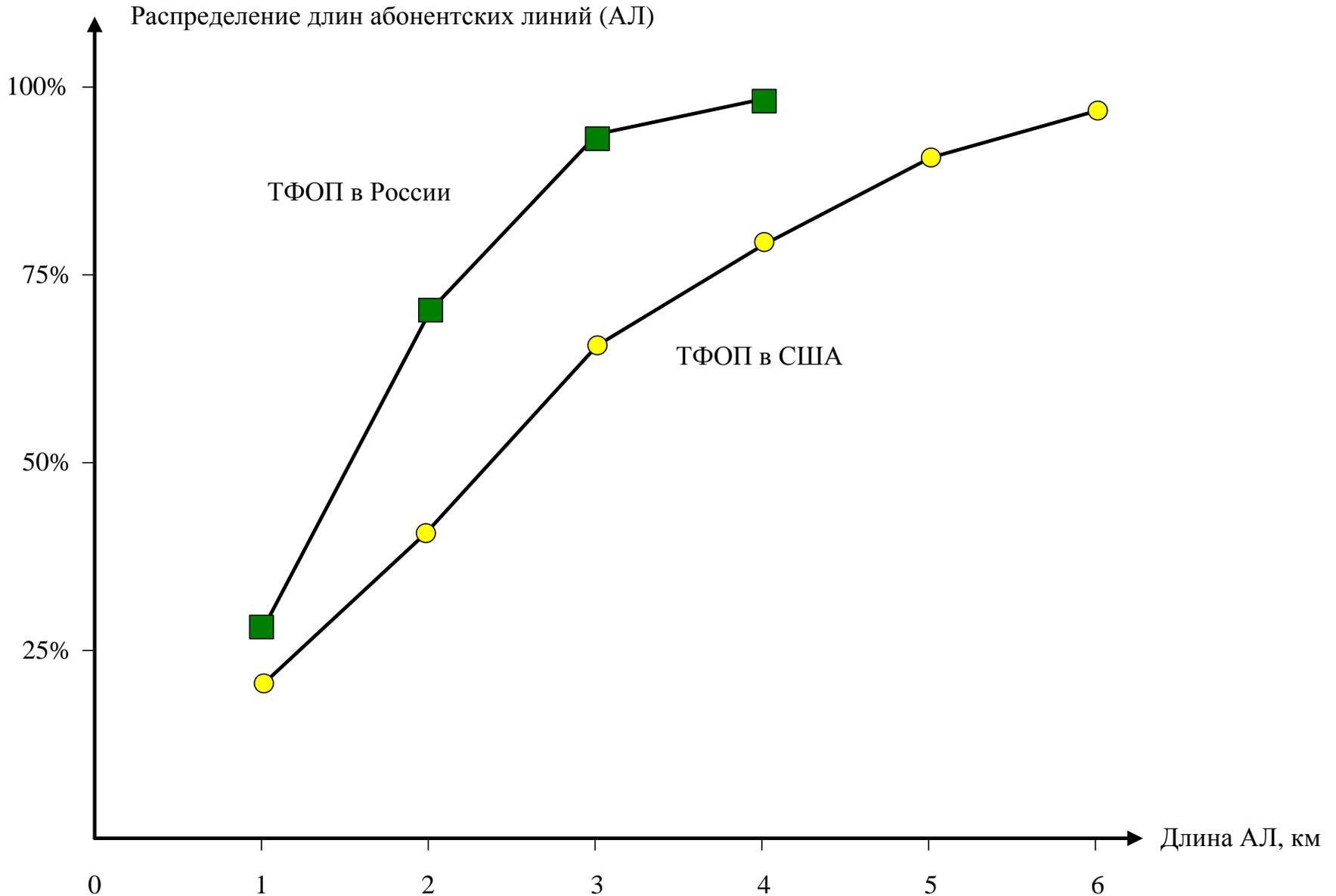


а) Модель эксплуатируемой сети доступа



б) Модель сети доступа класса FTTR/FTTC

Статистика для сетей доступа (2)



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%**

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 оконечного 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.

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

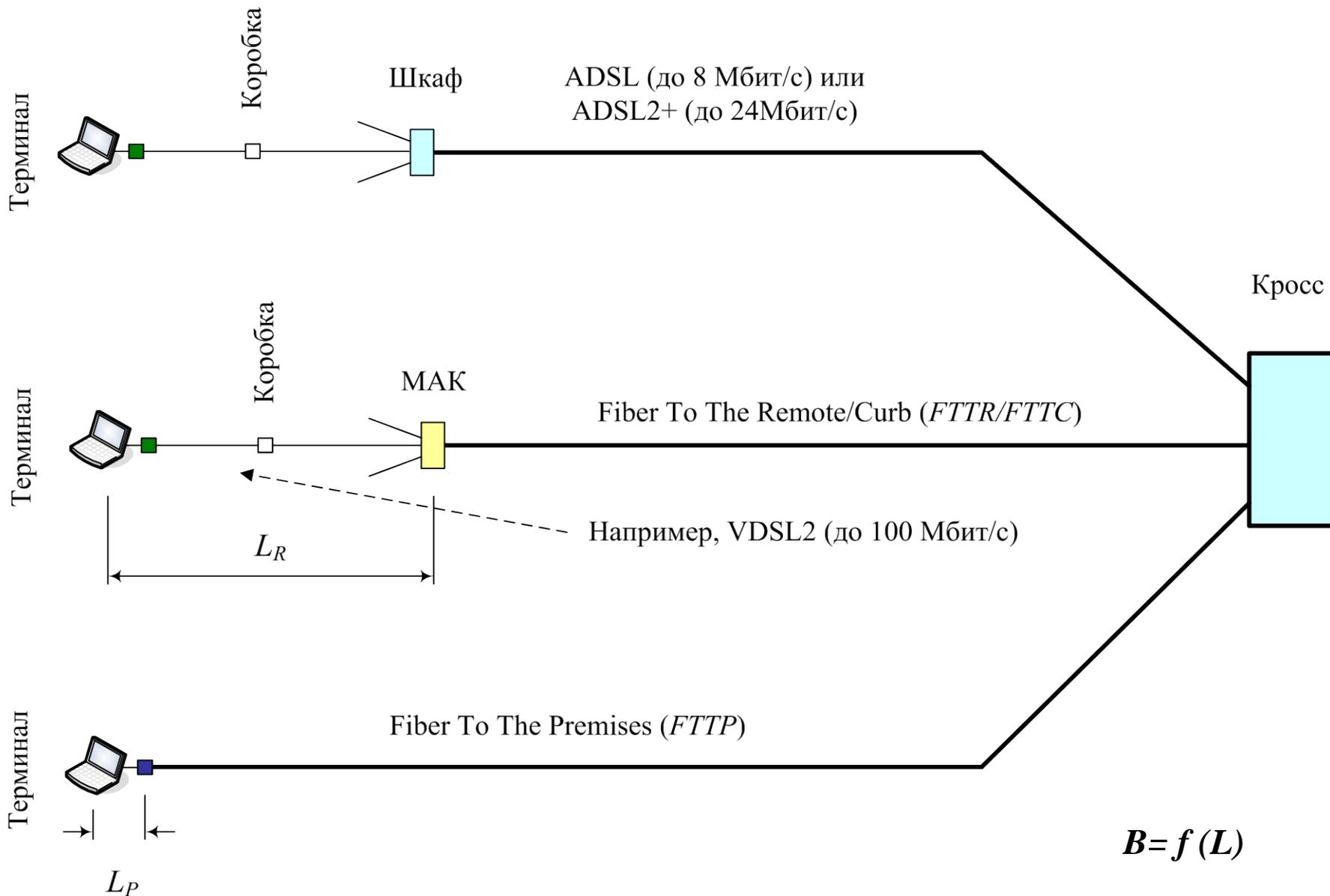
Компания KPN при затратах на проект в 0,9 млрд. евро смогла выручить от продажи зданий АТС 1 млрд. евро!

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

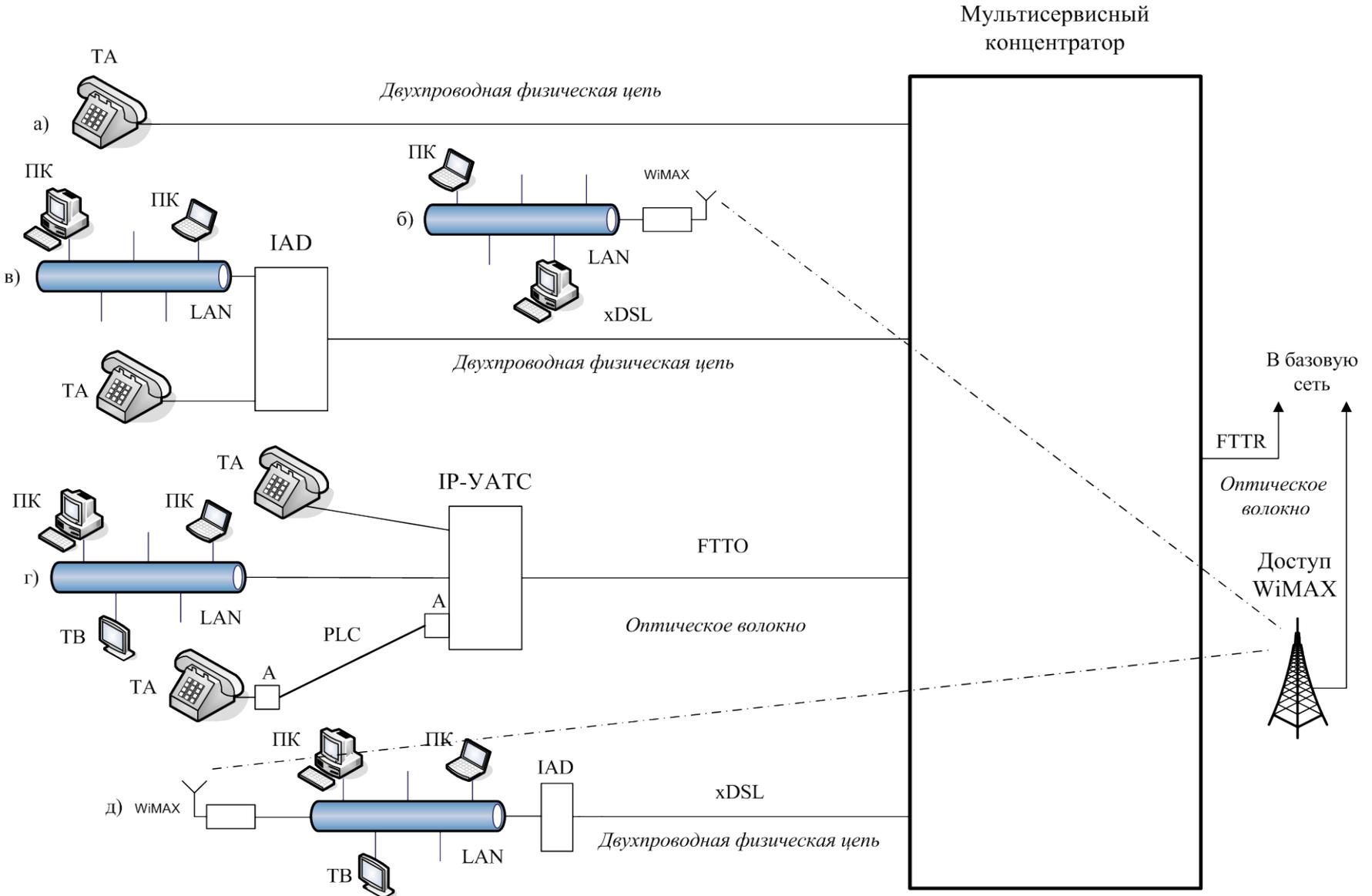
Типичный контейнер



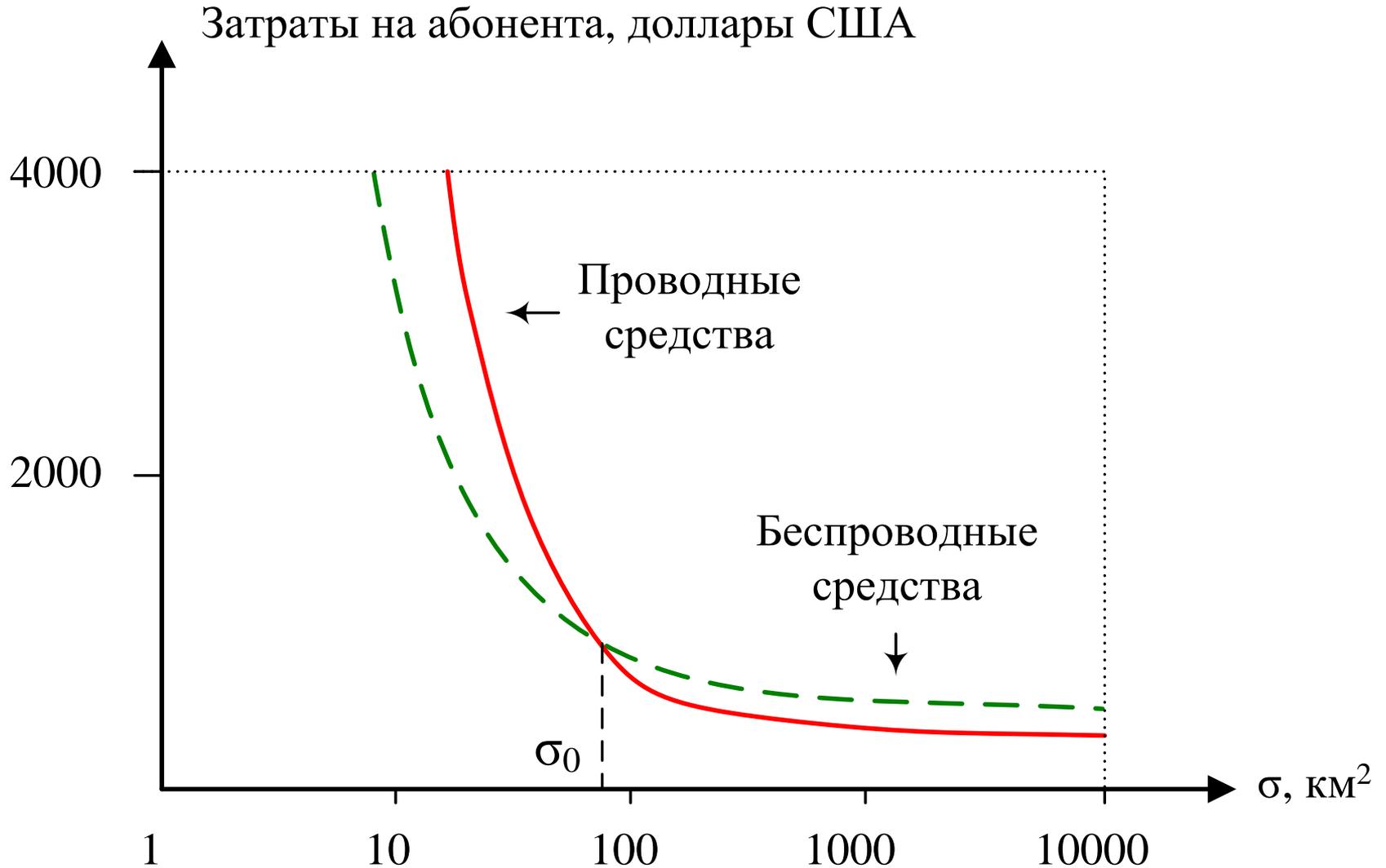
Обеспечение полосы пропускания



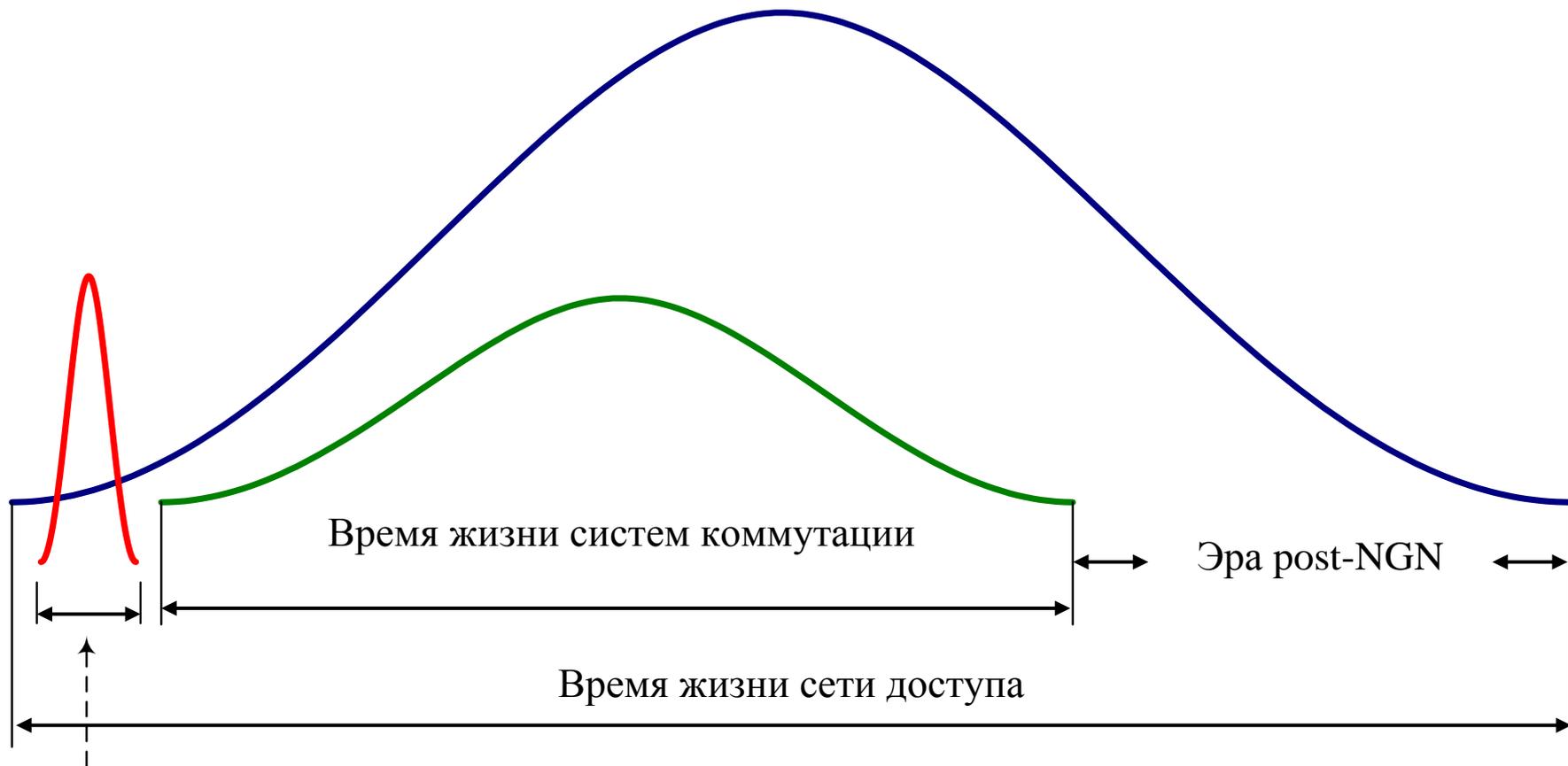
Структура сети доступа для МАК



Сравнение технологий доступа

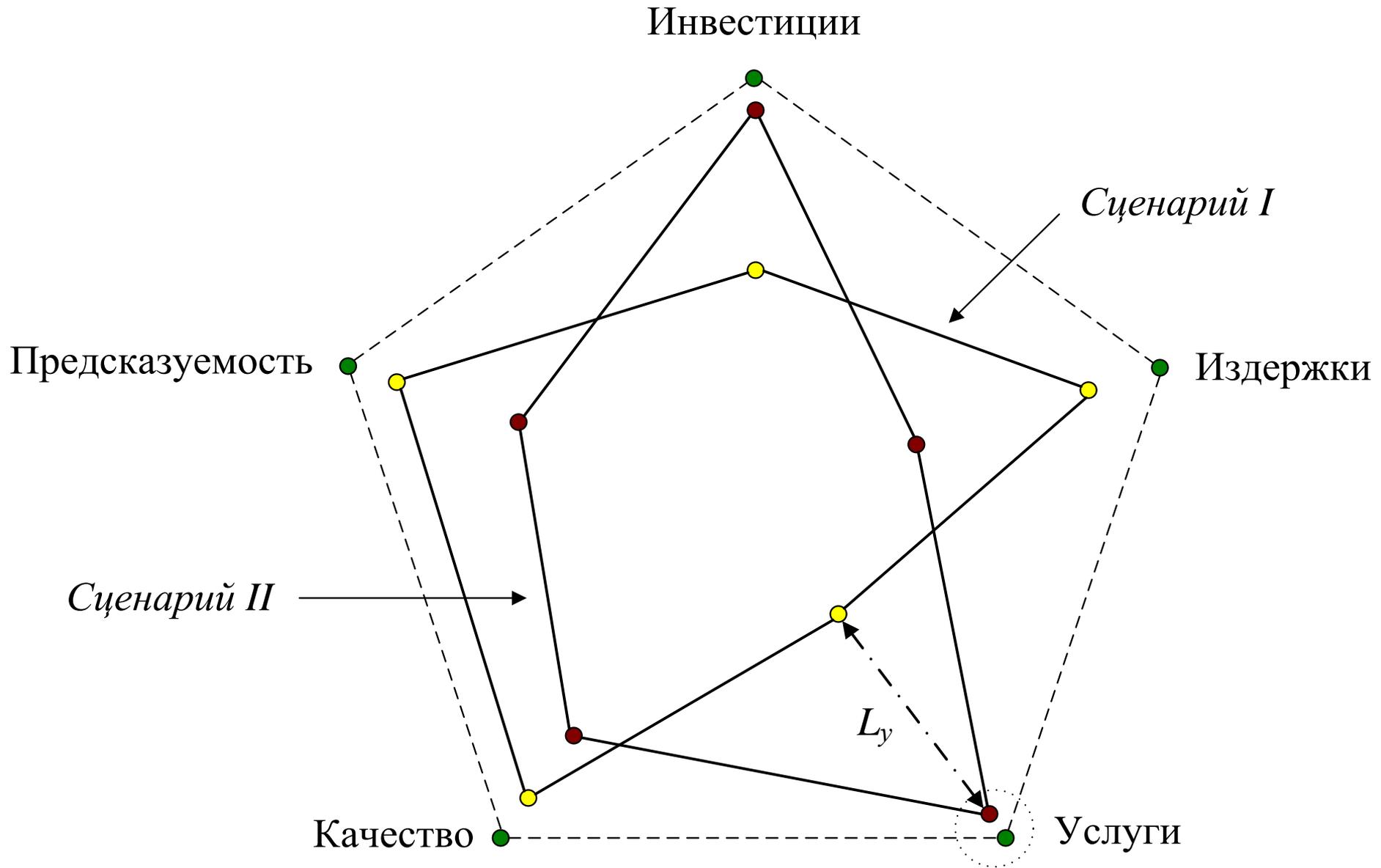


Время жизни компонентов сети

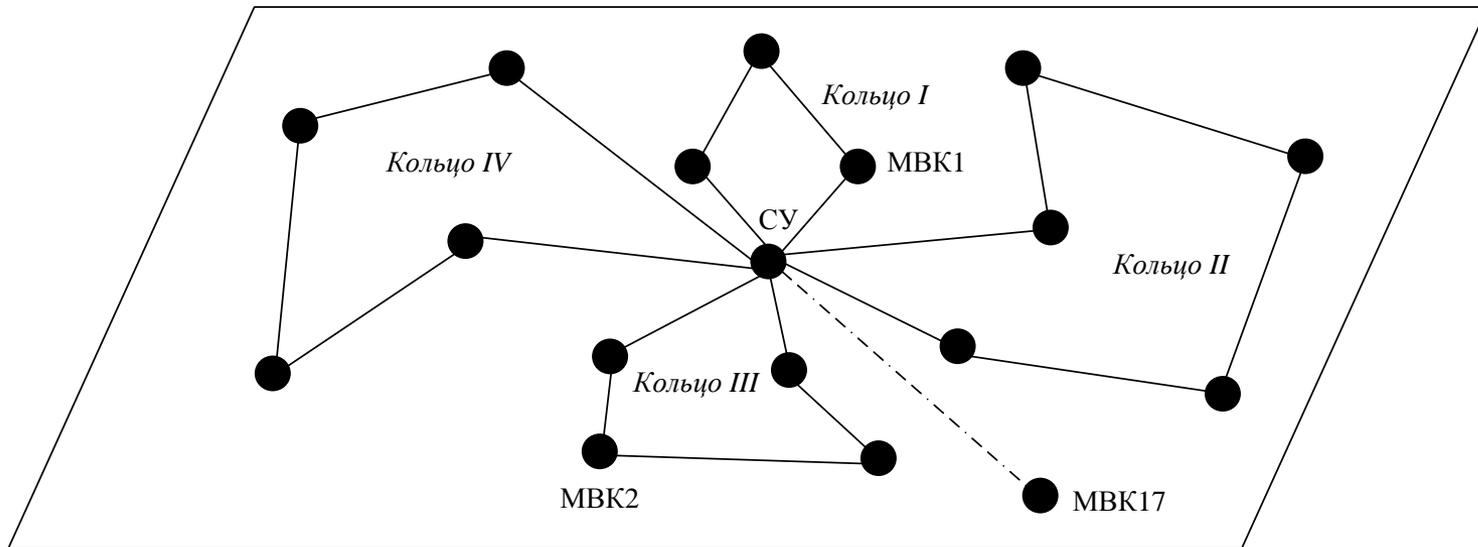
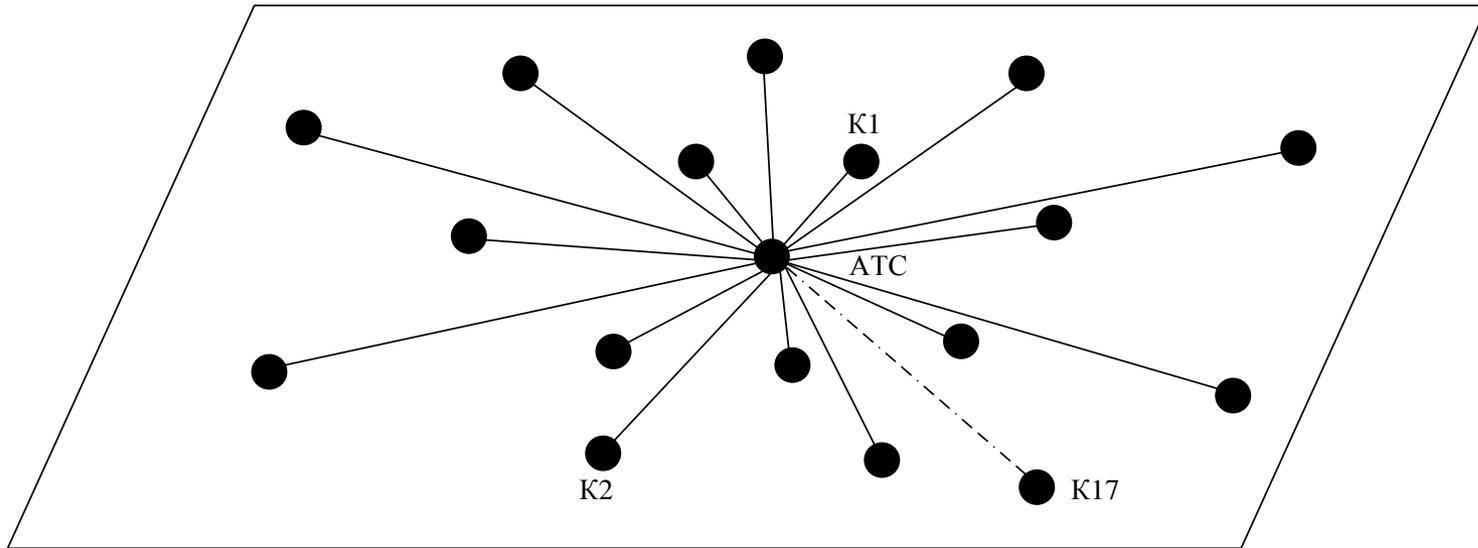


Время жизни
терминалов

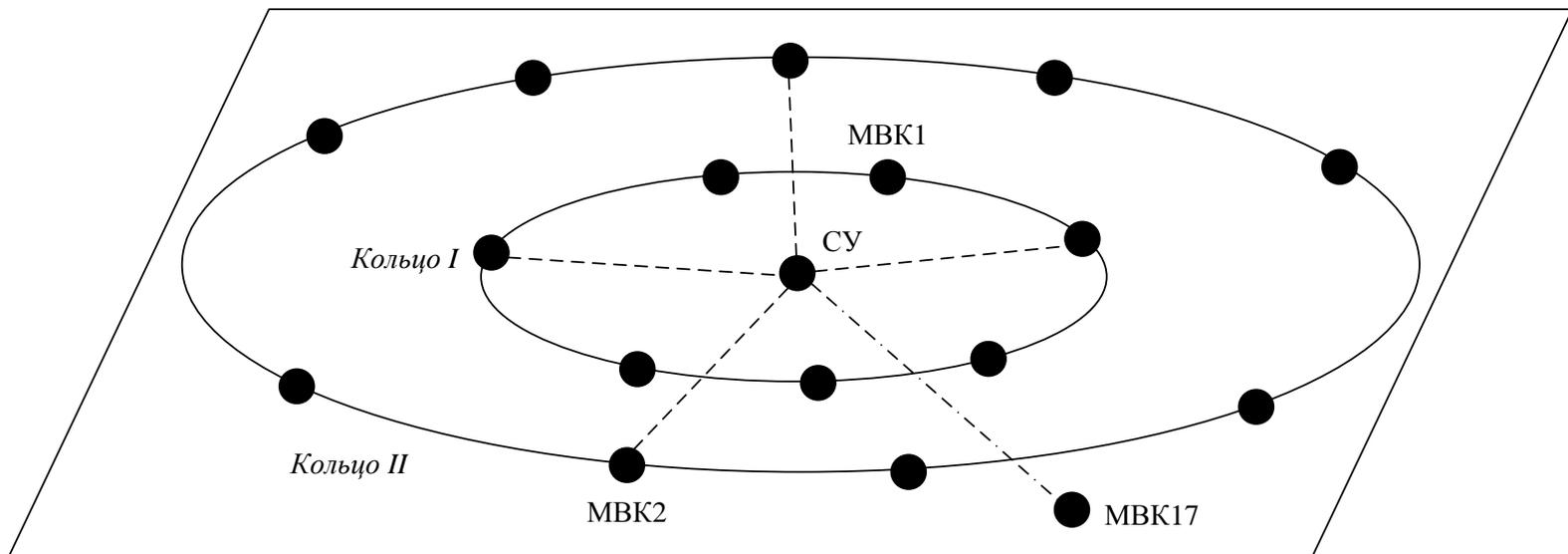
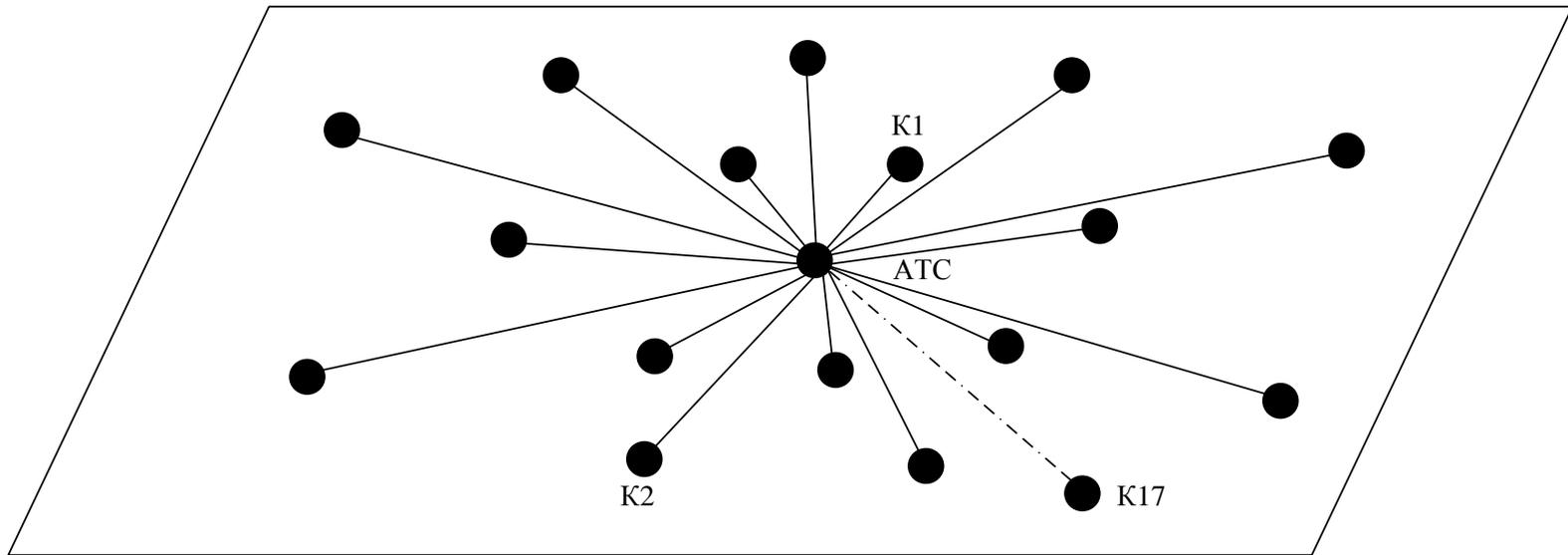
Оценка сценариев развития сетей доступа



Первая модель сети доступа



Вторая модель сети доступа



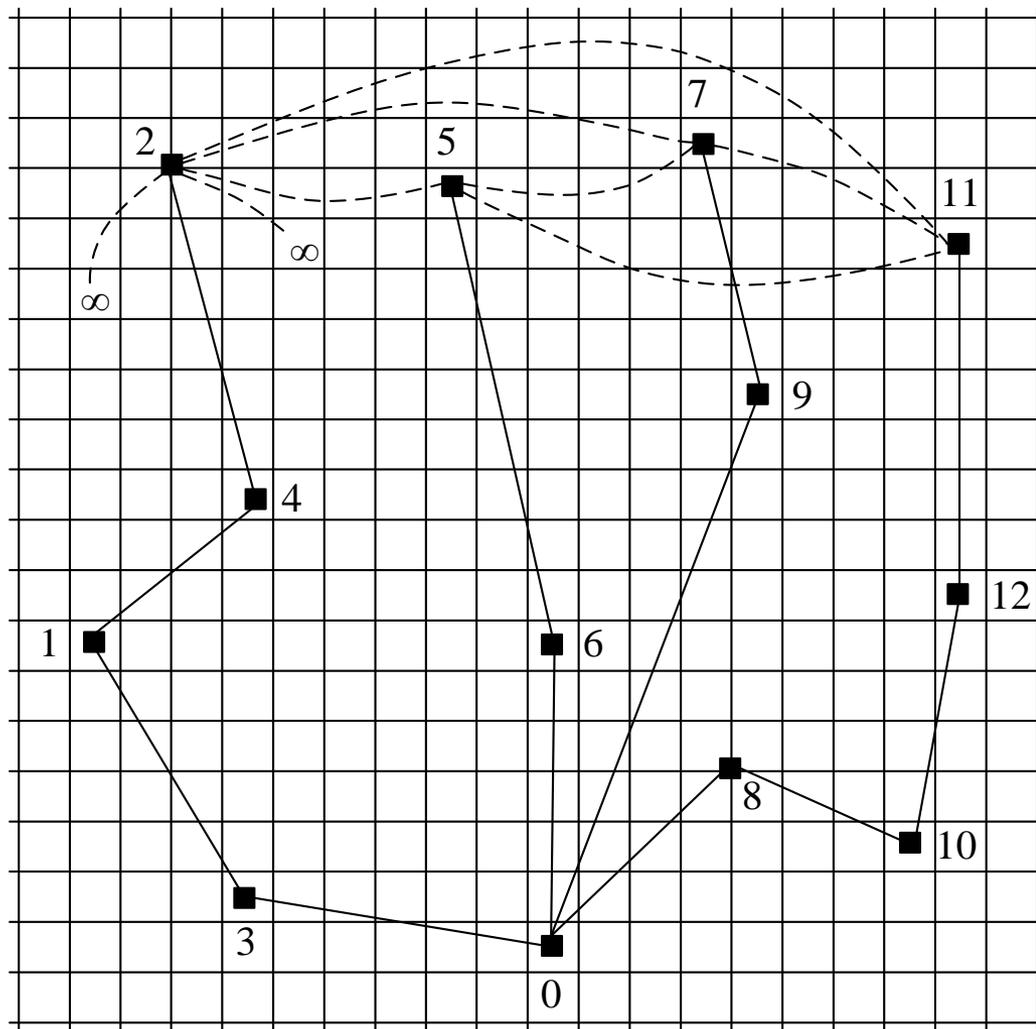
Новые решения для сети доступа – НАР



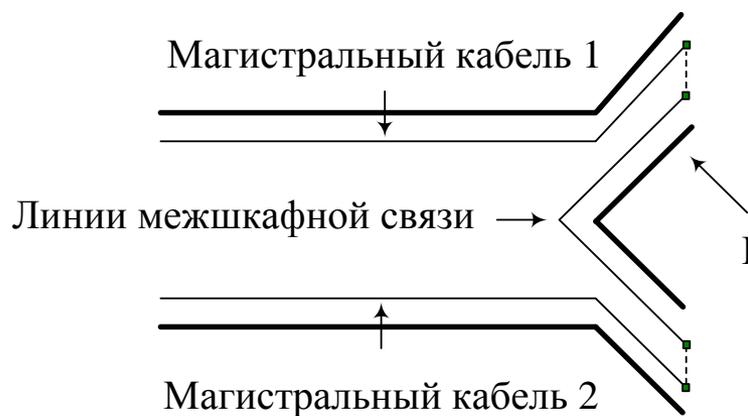
Основные требования к сети доступа

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

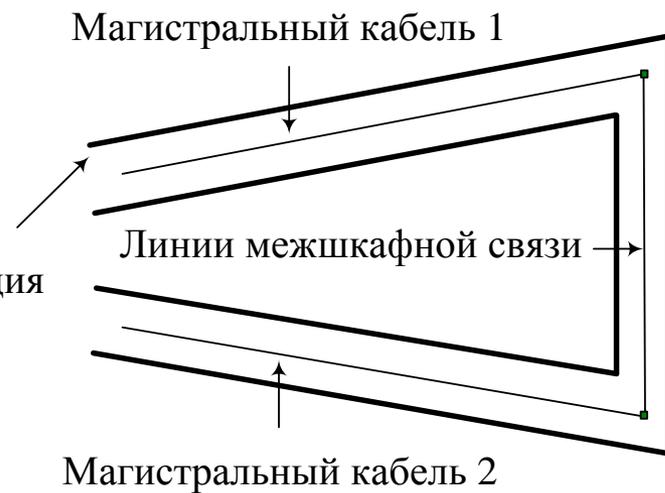
Формирование колец в сети доступа (1)



Формирование колец в сети доступа (2)

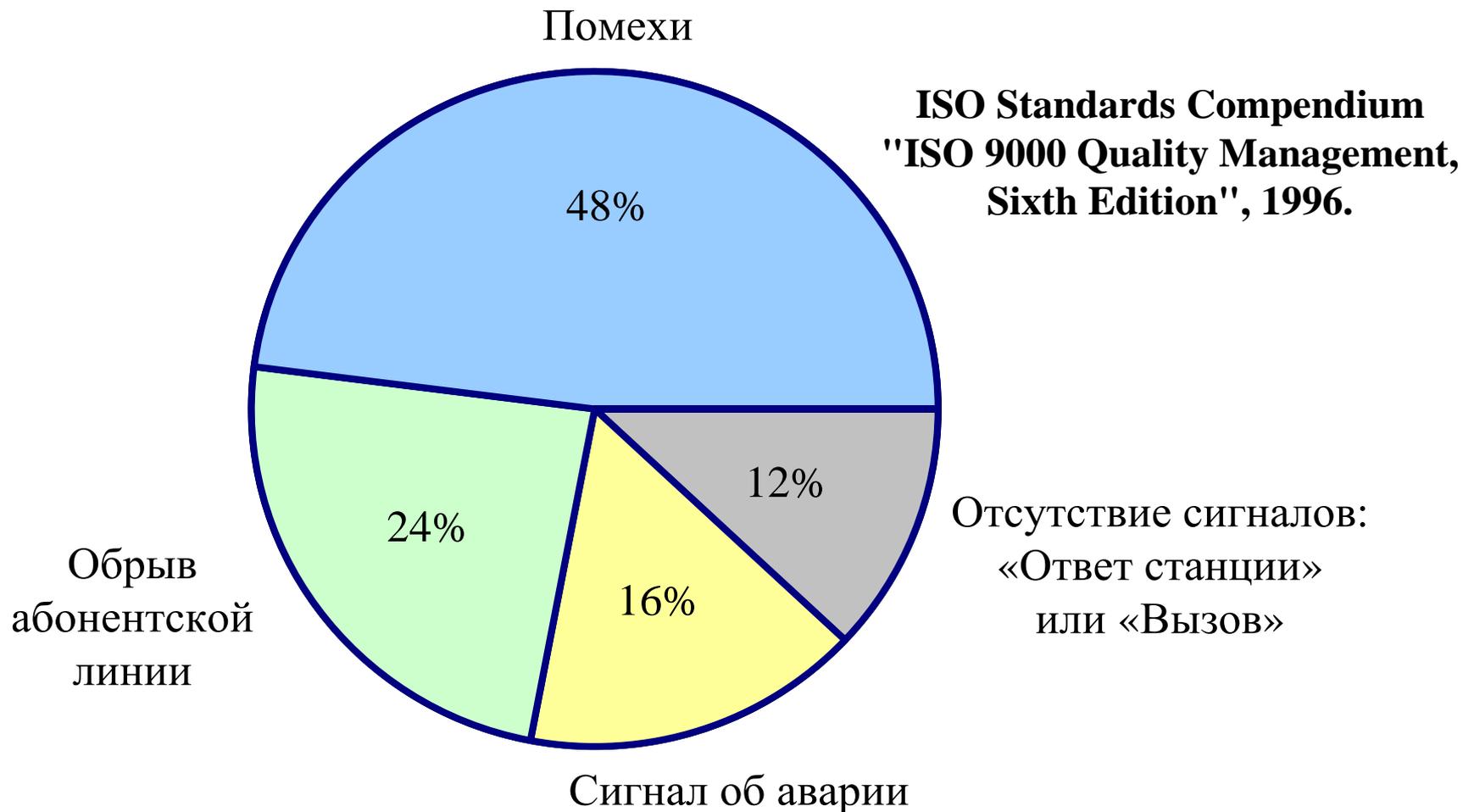


а) Первый тип межшкафной связи



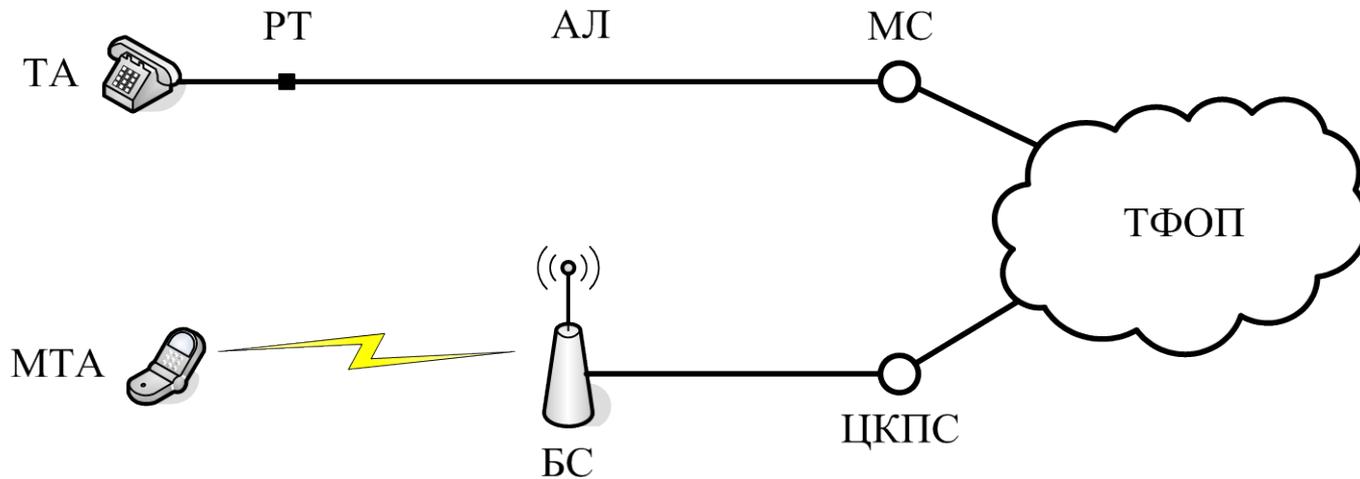
б) Второй тип межшкафной связи

Причины жалоб абонентов ТФОП



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

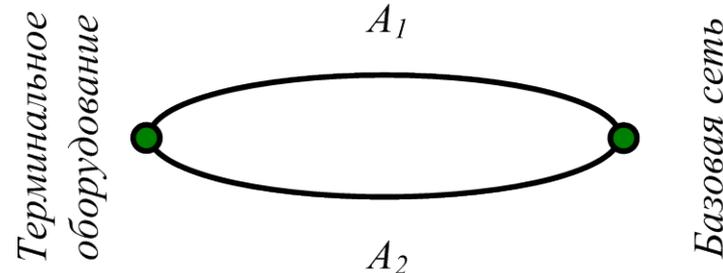
Повышение надежности доступа в сеть



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

($T_0 \approx 1$ мин.)

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



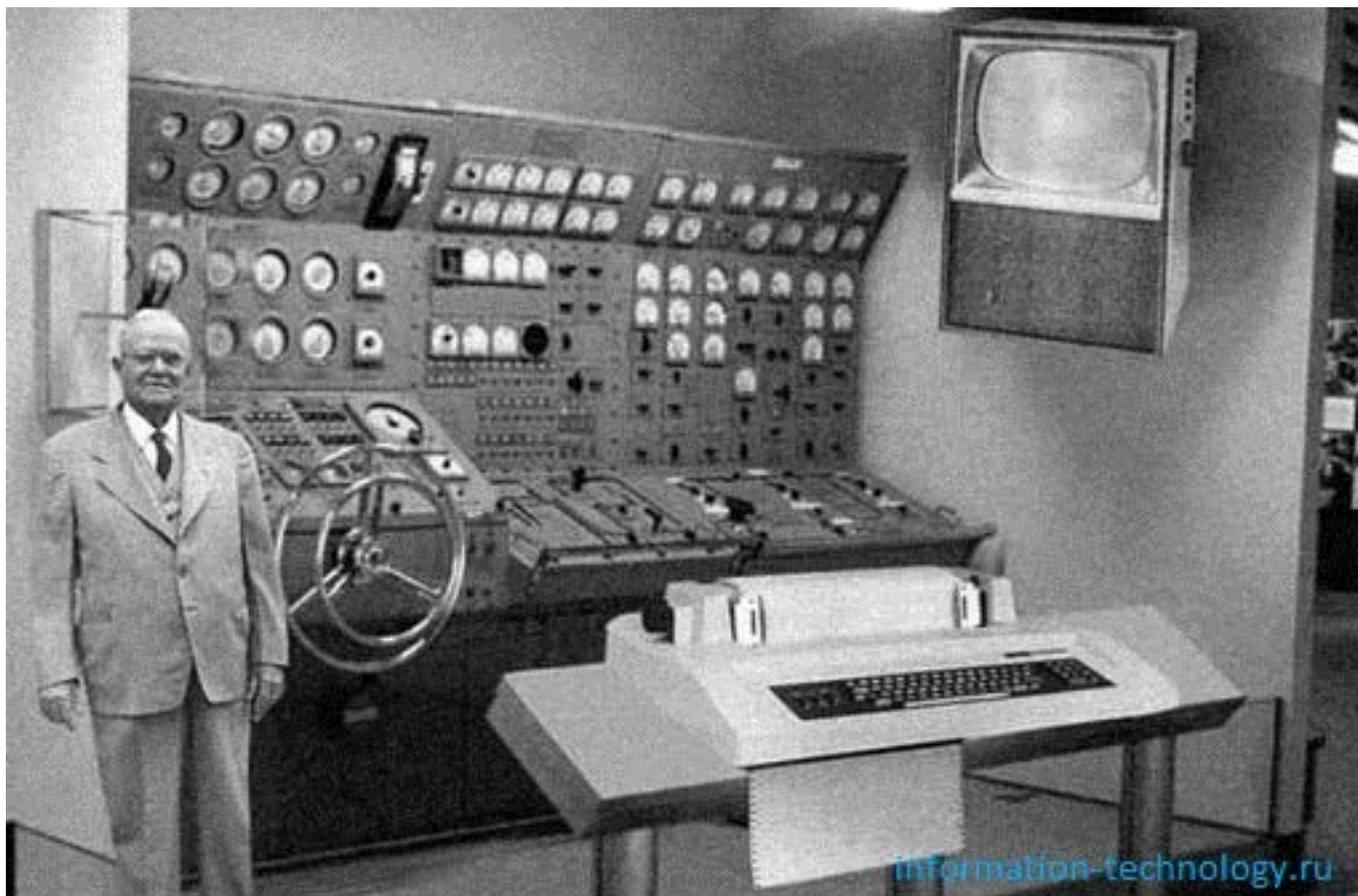
Прогноз гения (XV век!)



“Настанет время, когда люди будут говорить друг с другом, находясь на большом расстоянии”.

Прогнозировать очень трудно. Особенно, если это касается будущего. (Нильс Бор, Нобелевский лауреат по физике).

Представление о домашнем компьютере



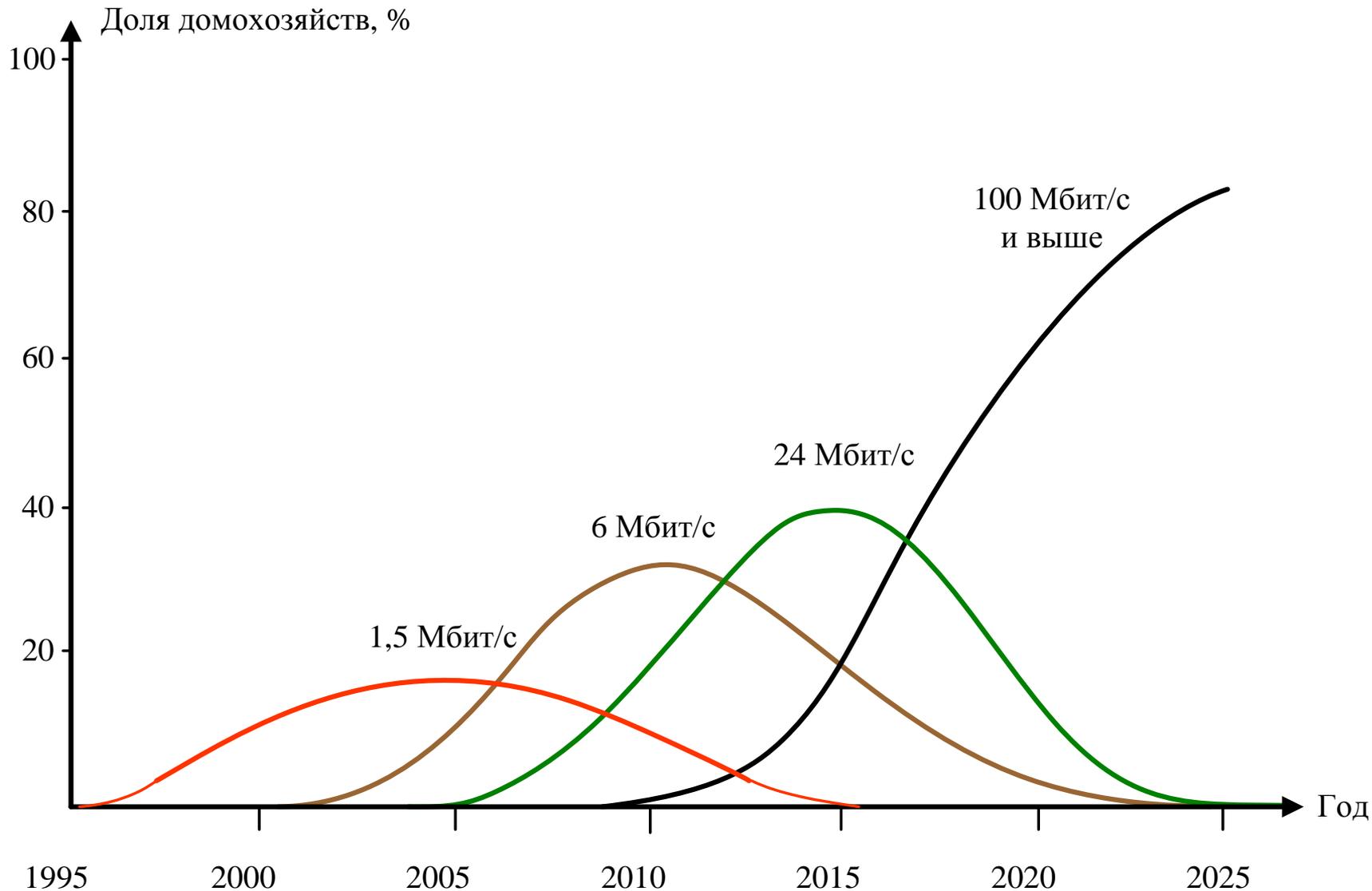
Scientists from the RAND Corporation have created this model to illustrate how a "home computer" could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not yet invented technology to actually work, but 30 years from now scientific progress is expected to solve these problems. With teletype interface and the Fortran language, the computer will be easy to use.

Корпорации RAND, проект 1954 года, модель – «домашний компьютер» в 2004 году.

Прогнозирование прошлого и будущего



Прогнозирование скорости доступа



Экстраполяция прогнозов

Различия между странами можно обнаружить в трех показателях исследуемых процессов:

- *абсолютное значение 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. $\Rightarrow F(t) = k_A F_j(t_F - \tau)$

Три важных тенденции в развитии инфокоммуникационной системы:

Интеграция (объединение сетей, систем для получения технико-экономического эффекта).

Конвергенция (при корректном использовании термина – приобретение общих свойств в процессе эволюции).

Консолидация (разумное сочетание тенденций интеграции и конвергенции, а также использование функций взаимодействия).

Примеры процессов интеграции

- 1. Выделение в составе телекоммуникационной системы транспортной (первичной) и совокупности коммутируемых (вторичных) сетей.**
- 2. Использование кабеля с оптическим волокном для обмена информацией различного рода (вида).**
- 3. Цифровая сеть интегрального обслуживания (ЦСИО или ISDN).**
- 4. Обслуживание вида Triple-Play Services (передача речи, видео и данных в одной сети или в одном фрагменте сети).**

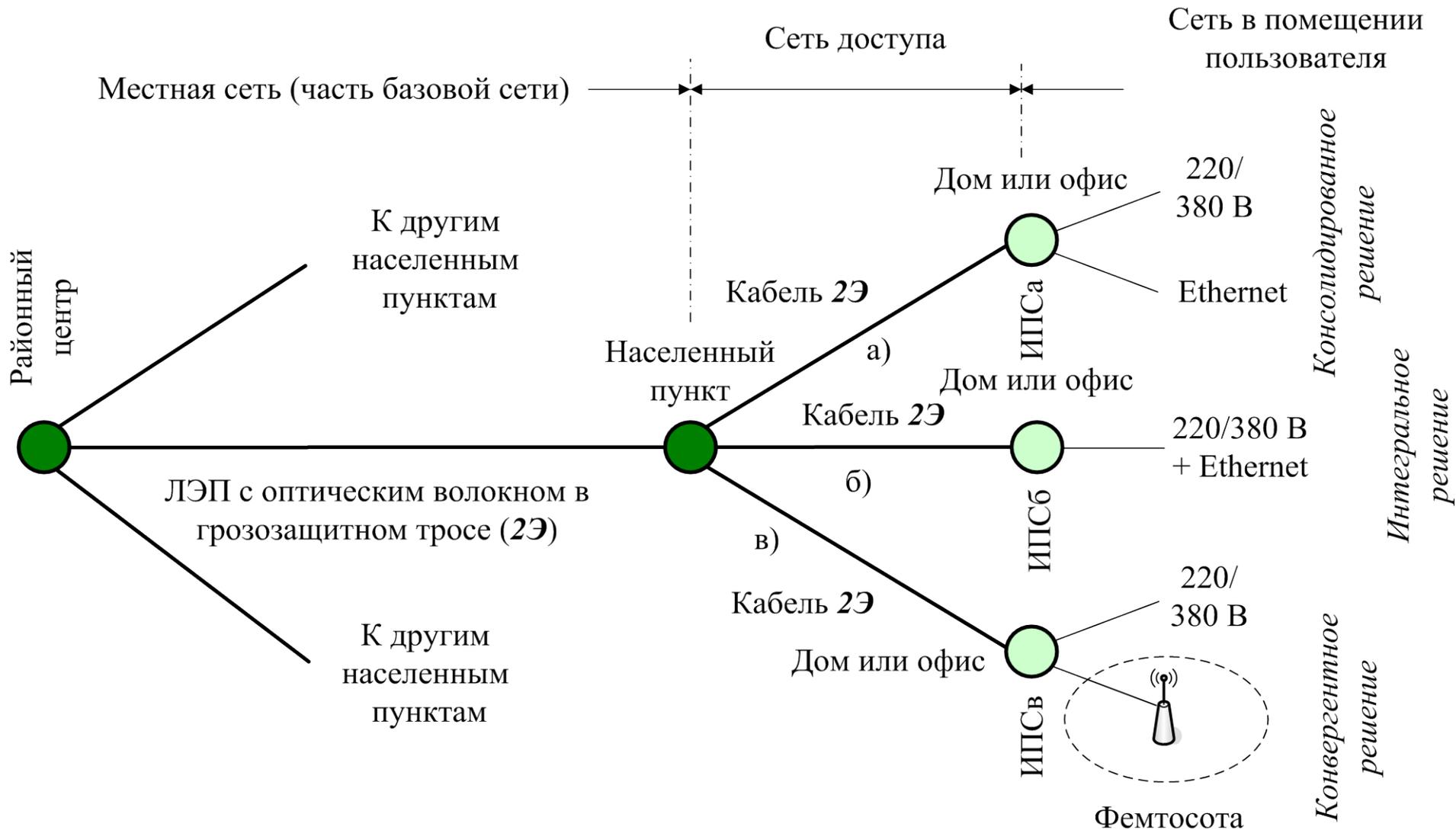
Примеры процессов конвергенции

- 1. Использование отказоустойчивых кольцевых топологий на всех уровнях иерархии транспортной сети.**
- 2. Применение общего комплекса аппаратных и программных средств для построения систем коммутации различных уровней иерархии в широком диапазоне емкости (пропускной способности).**
- 3. Поддержка схожих услуг в современных сетях мобильной и фиксированной связи (для речи, видео и данных).**

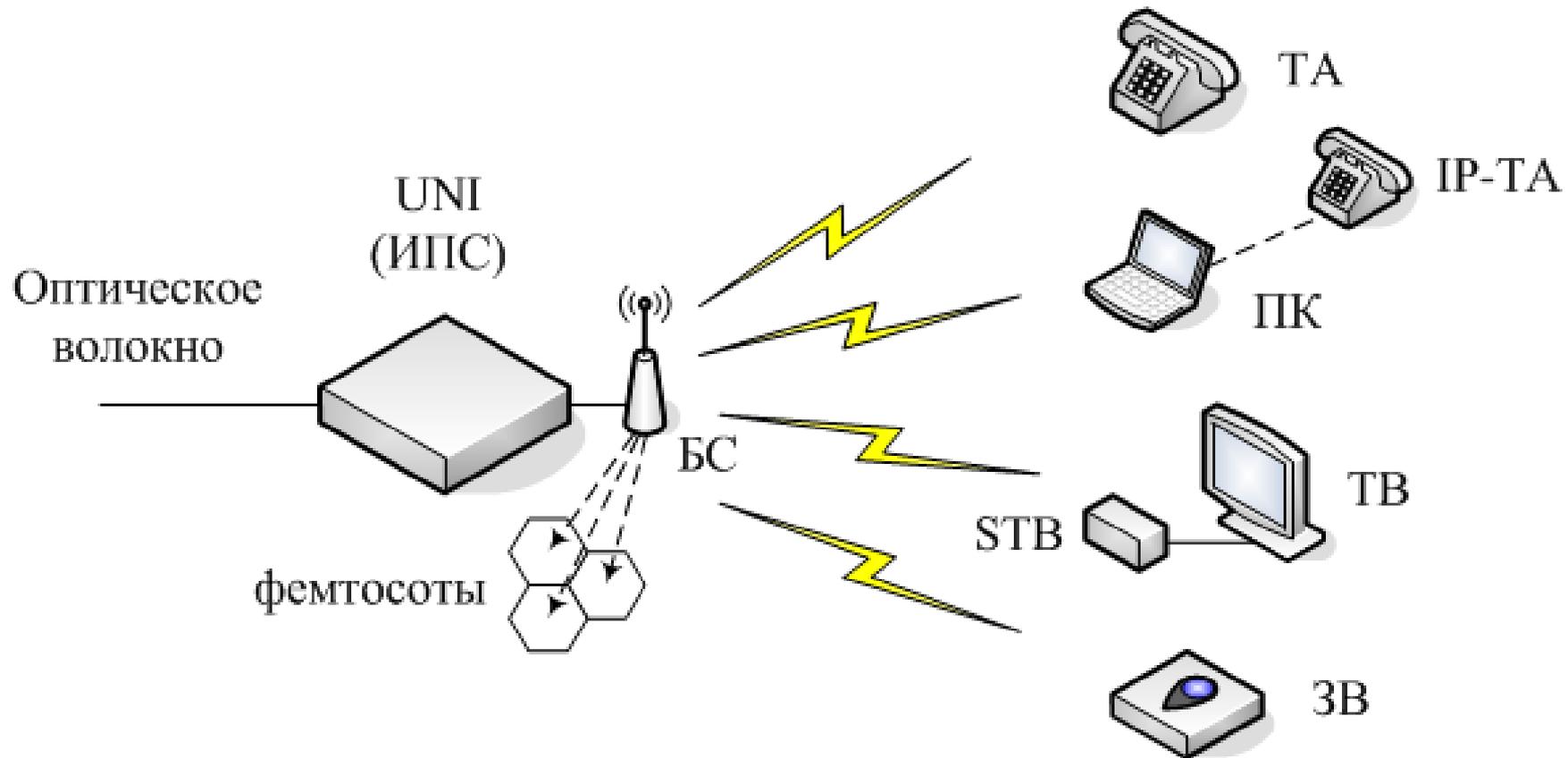
Примеры процессов консолидации

- 1. Совместная реализация сложных и капиталоемких проектов при построении линий связи.**
- 2. Прокладка общего кабеля связи с разделением ресурсов (оптических волокон и/или созданных трактов SDH) между партнерами.**
- 3. Создание общих центров технической эксплуатации, баз данных и других элементов сетей электросвязи.**

Концепция «2Э»

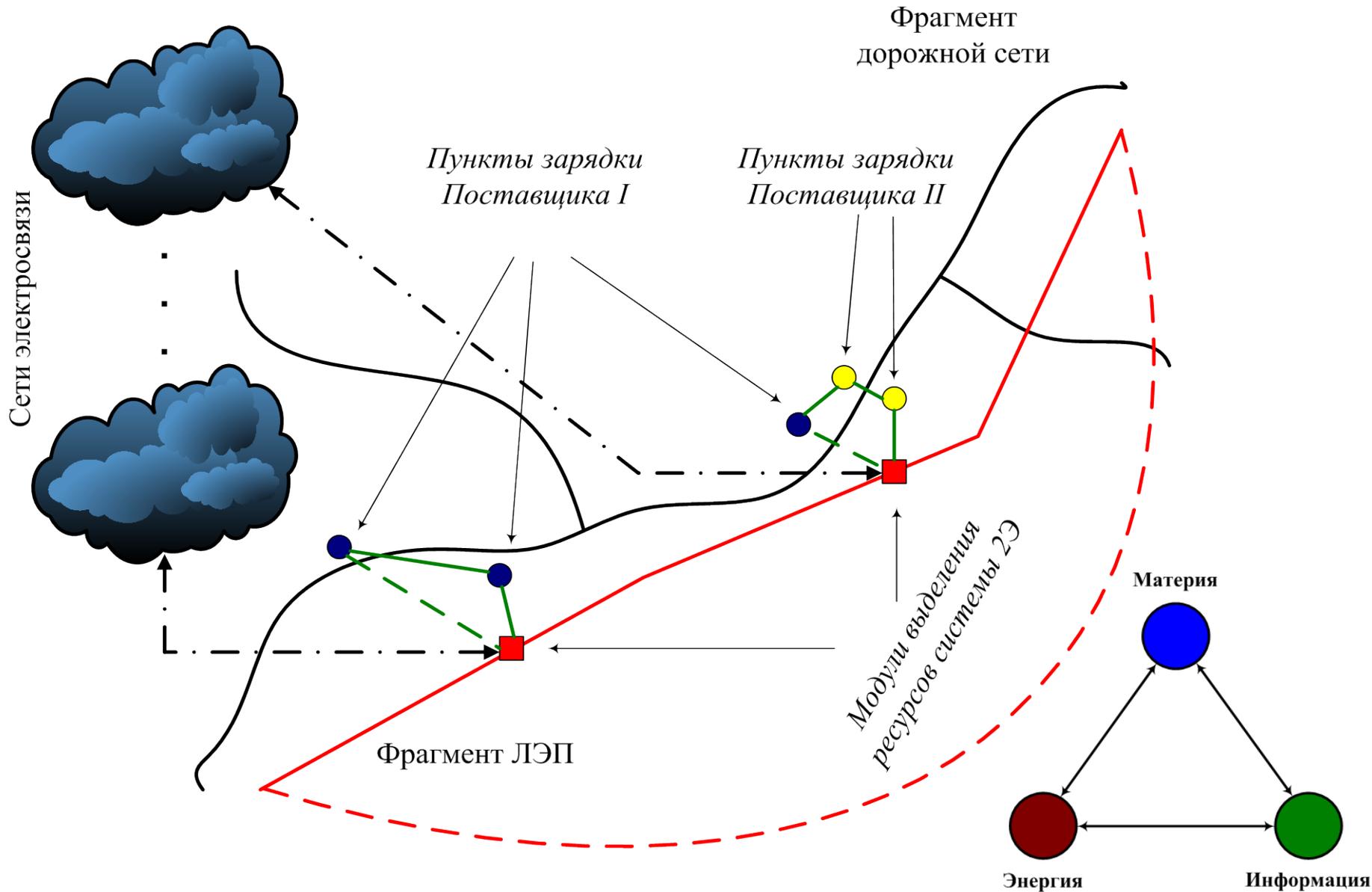


Сеть в помещении пользователя



ИПС – интерфейс пользователь-сеть, ТА – телефонный аппарат, ПК – персональный компьютер, ТВ – телевизионный приемник, ЗВ – приемник звукового вещания, БС – базовая станция, IP-TA – терминал IP-телефонии, STB – приставка для доставки услуг интерактивного телевидения.

Концепция «2Э+Т» (1)



SWOT-анализ концепции «2Э+Т»

Сильные стороны (Strengths): почти полное совпадение топологий эксплуатируемых сетей, наличие специалистов высокой квалификации.

Слабые стороны (Weaknesses): необходимость решения сложных организационных вопросов.

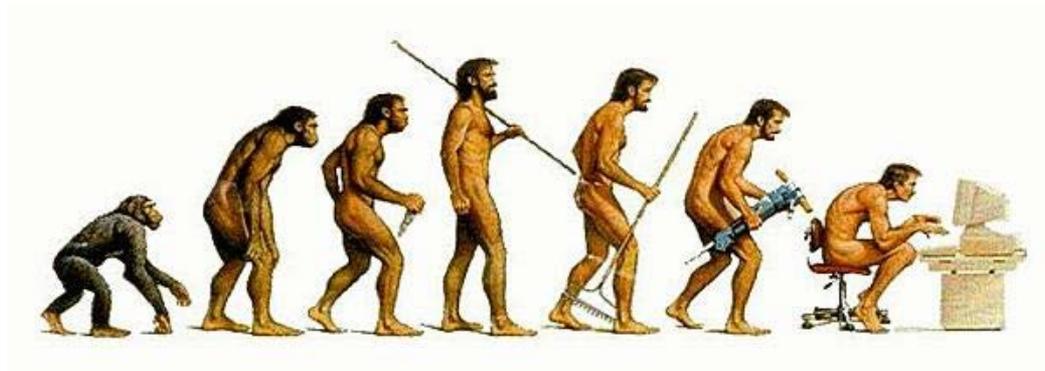
Возможности (Opportunities): существенный экономический эффект, оптимальные условия для применения новых технологий.

Угрозы (Threats): функциональная надежность комплексной системы, сложность организации эксплуатационных процессов.

Концепция «2Э+Т» (2)

Концепцию «2Э+Е» можно рассматривать как *конвергенцию* трафика, порождаемого людьми и вещами, а также *консолидацию* инфраструктур ряда систем, имеющих схожую топологию.

Практическая ценность концепции «2Э+Т» заключается в получении *синергетического эффекта*, который выражается в снижении капитальных затрат и эксплуатационных расходов в трех важных отраслях экономики страны.



Вопросы?

Дополнительная информация на сайтах:

<http://www.protei.ru>

<http://www.niits.ru>

<http://sokolov.niits.ru>