

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Томский государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники
(ТУСУР)

Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)



Сети связи

Демонстрационный
лекционный материал.

Винокуров В.М.

2013

Учебное методическое пособие

по дисциплинам специальностей **201100 (210405)**

«Радиосвязь, радиовещание и телевидение» и 071700

(210401) «Физика и техника оптической связи» направления

подготовки **«Телекоммуникации»**, а также для студентов

ВУЗов специальности **210700.68** по учебному направлению

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Может быть использовано в учебном процессе факультета

повышения квалификации ТУСУР.

Инфокоммуникационные сети и системы

Информация, встав в один ряд с такими категориями, как **материя и энергия**, в постиндустриальную эпоху стала рассматриваться в качестве **основы бизнеса**. Информационные технологии сливаясь с технологиями связи, образуют новую отрасль инфокоммуникаций и становятся одним из самых мощных рычагов управления и развития экономики.

В настоящее время нельзя говорить об организации сетей электросвязи отдельно от информационных технологий, поскольку первые развиваются за счет и на благо последних.

Таким образом возник новый термин – **инфокоммуникации**, означающий неразрывную связь информационных и телекоммуникационных элементов информационного обмена, которые развиваются в процессе **конвергенции**.

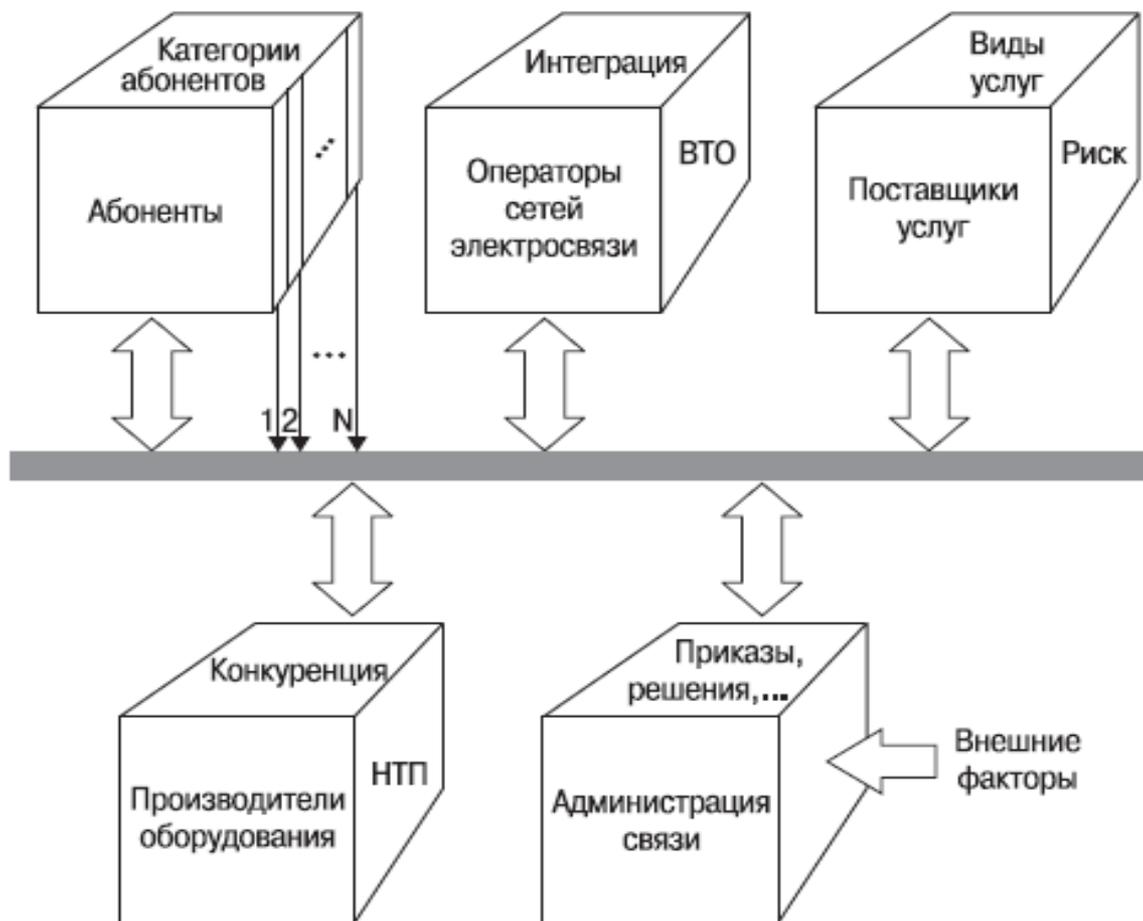
Инфокоммуникационные сети являются результатом интеграции информационных сетей и сетей связи. Инфокоммуникации и инфокоммуникационные технологии (ИКТ) вместе составляют **инфокоммуникационную инфраструктуру общества**.

Возникла **парадигма многосвязности каждого с каждым**, на основе которой создается единое пространство общения в рамках так называемых виртуальных частных сетей (Virtual Private Network, VPN), которые становятся **мультисервисными (Triple Play): речь + данные + видео**.

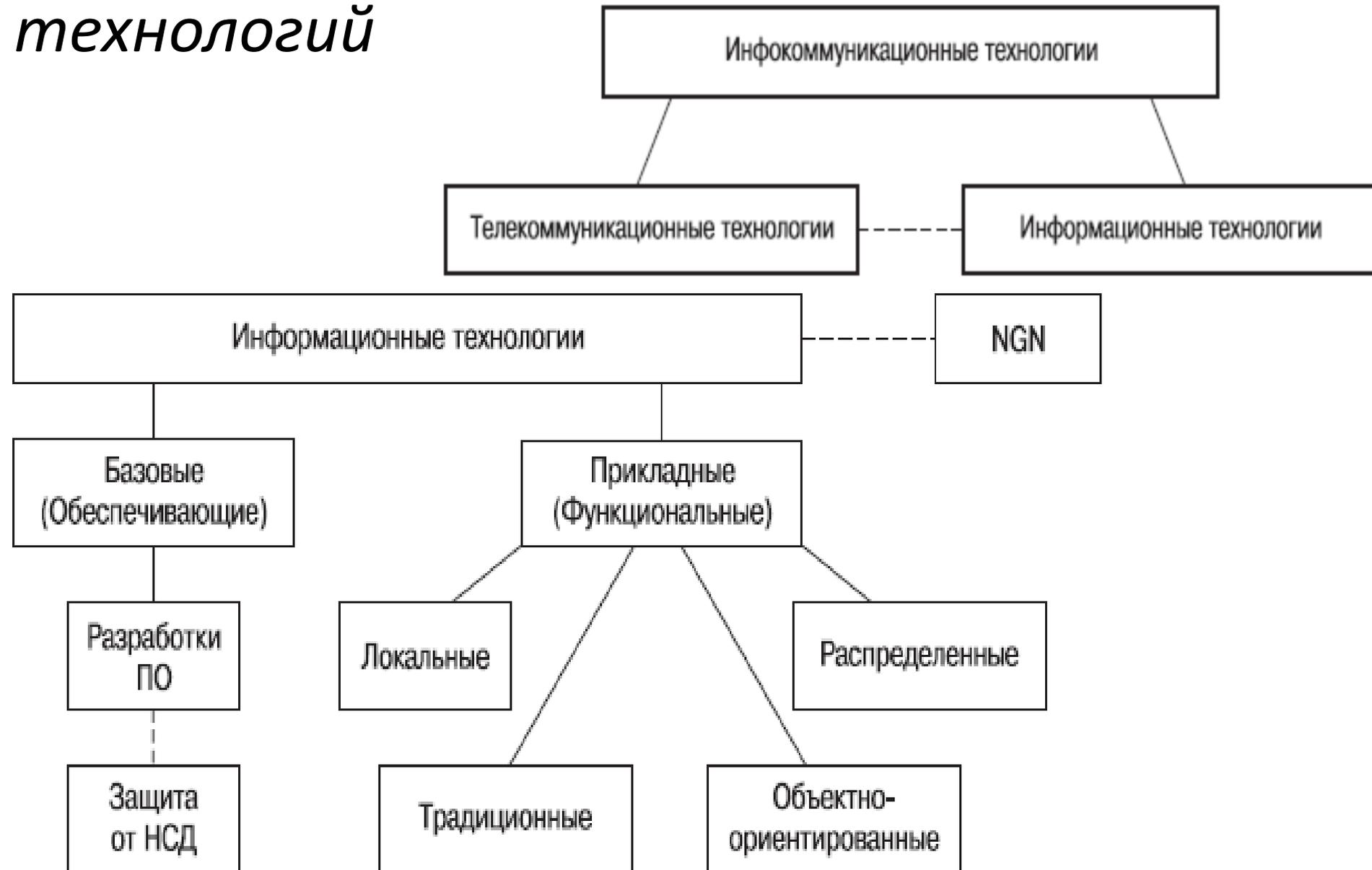
Продажа услуг является основой существования операторов связи, сервис-провайдеров и контент-провайдеров., а главная цель их деятельности – удовлетворение трех основных потребностей клиентов – **доступа к сетям, доступа к информации и коммуникации.**

На базе инфокоммуникационных сетей клиентам предоставляются различные инфокоммуникационные **услуги**. В настоящее время выделяют три главных компонента инфокоммуникационных услуг: **сервисную** – *привлечение и обслуживание пользователей*, **транспортную** – *средства доставки информации* и **контентную** – *содержание и поддержка приложений*. Если два первых компонента присущи и услугам связи, то последний предоставляется **поверх разных служб и сетей связи**. Например ТВ программы (ТВ контент) могут сегодня доставляться как по эфиру или по сети кабельного ТВ, так и по различным сетям передачи данных с помощью так называемых IP-технологий (IP-телевидение). Самый известный пример – всемирная сеть Интернет, в которой содержится огромное количество различного контента (Интернет-приложений).

Основные игроки инфокоммуникационного рынка



Классификация инфокоммуникационных технологий



Классификация телекоммуникационных технологий

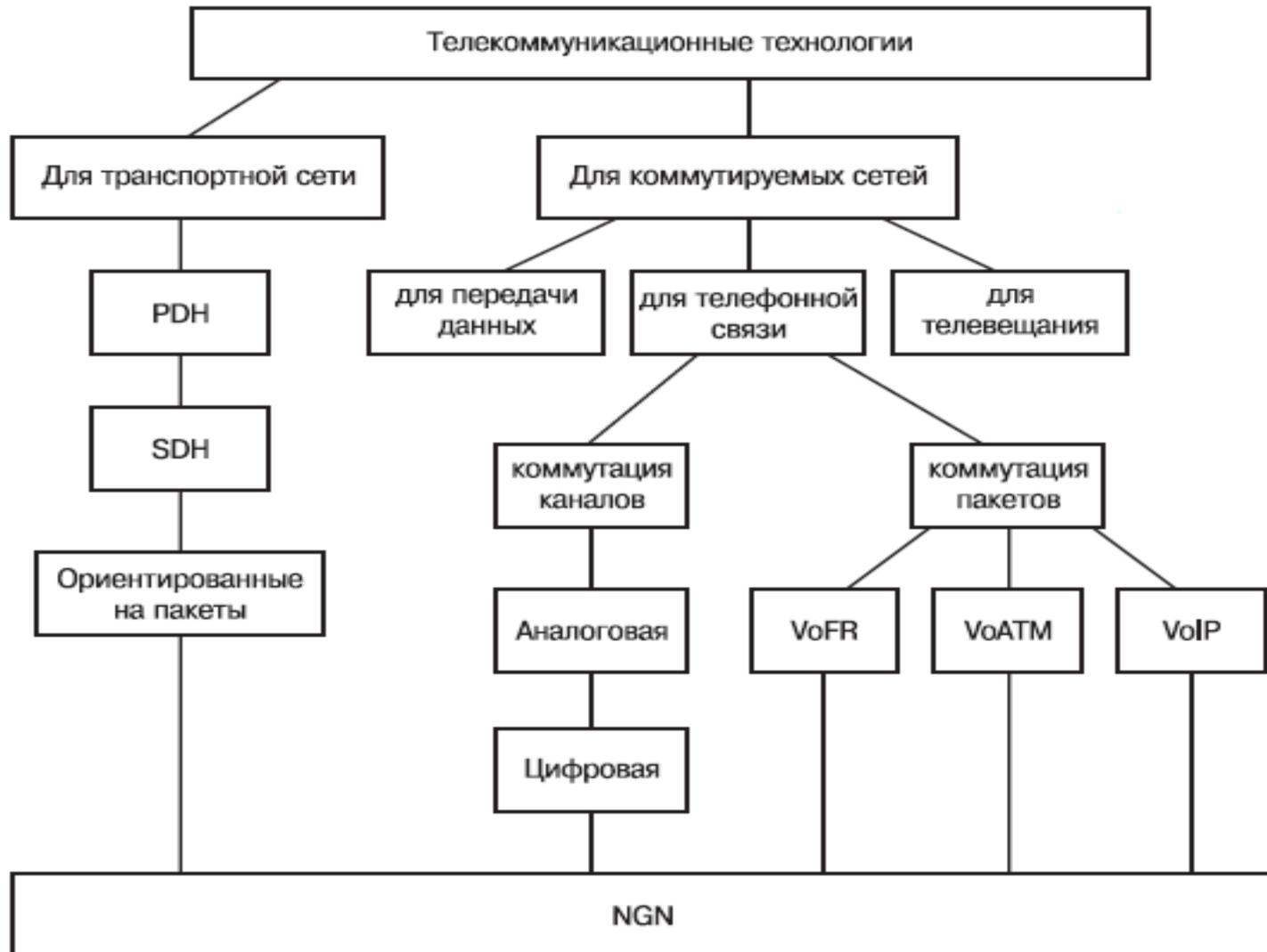


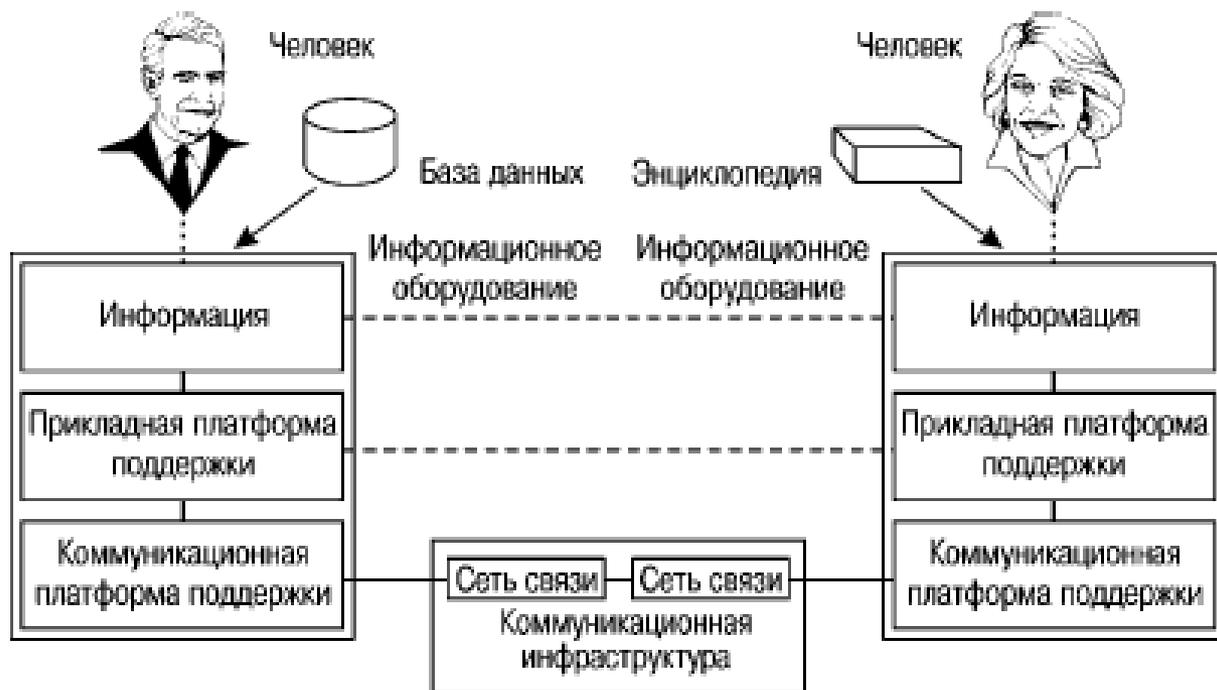


Таблица 4.14

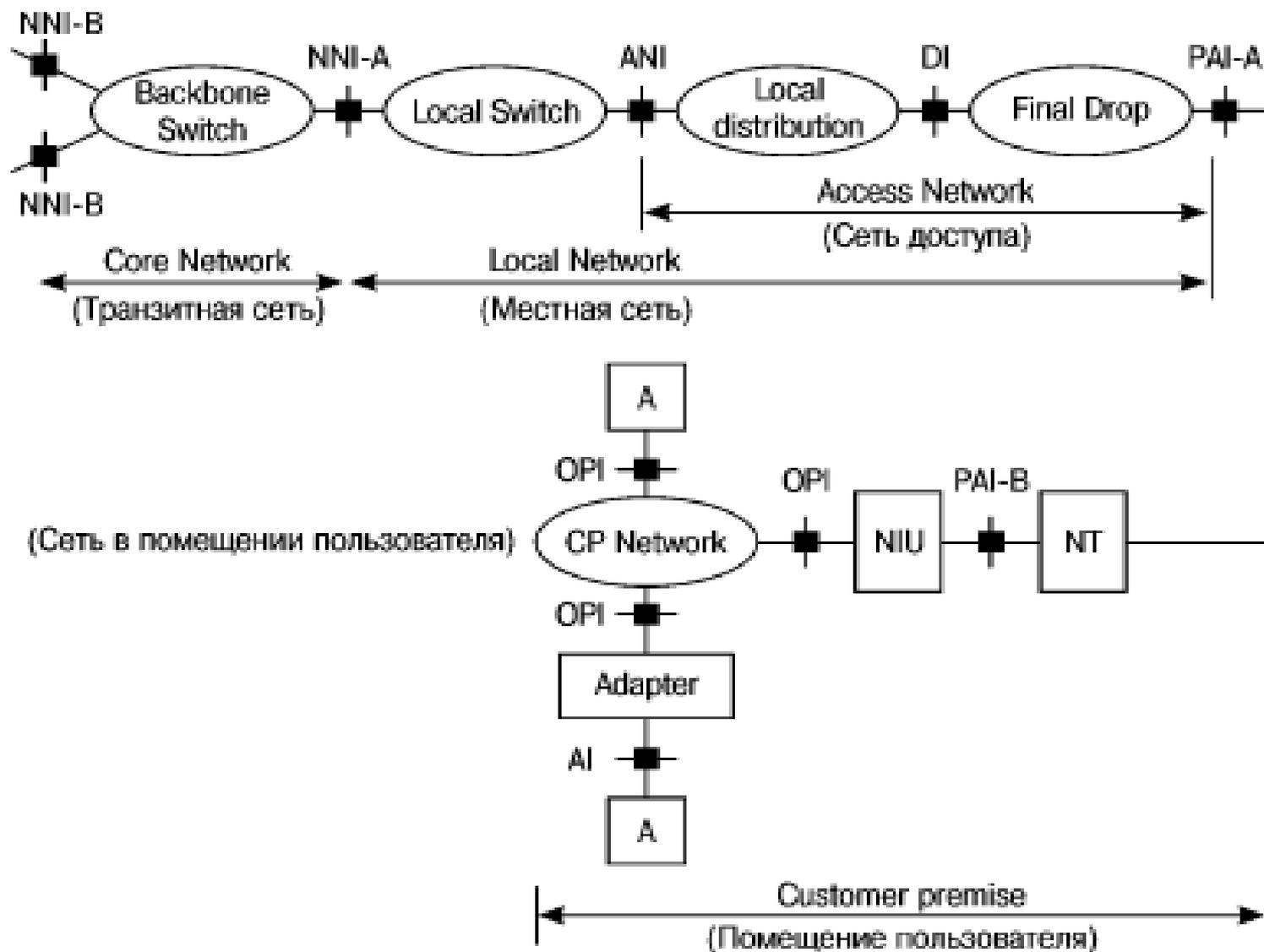
Виды ежемесячных расходов на инфокоммуникационные услуги	Расходы
Отдых и культурные развлечения	59,50 Евро
Устройства и услуги по передаче данных, факсов и телефонной связи	53,50 Евро
Журналы	20,00 Евро
Игрушки и увлечения (хобби)	15,50 Евро
Компьютеры и аксессуары	14,50 Евро
Книги	13,50 Евро
Устройства для загрузки информации, записи и воспроизведения	13,00 Евро
Образование	11,25 Евро
Телевизоры и антенны	8,00 Евро
Хранение изображения и звука (пленки, DVD)	7,00 Евро
Устройства записи фото и фильмов	6,00 Евро
Итого:	221,75 Евро

Глобальная Информационная Инфраструктура

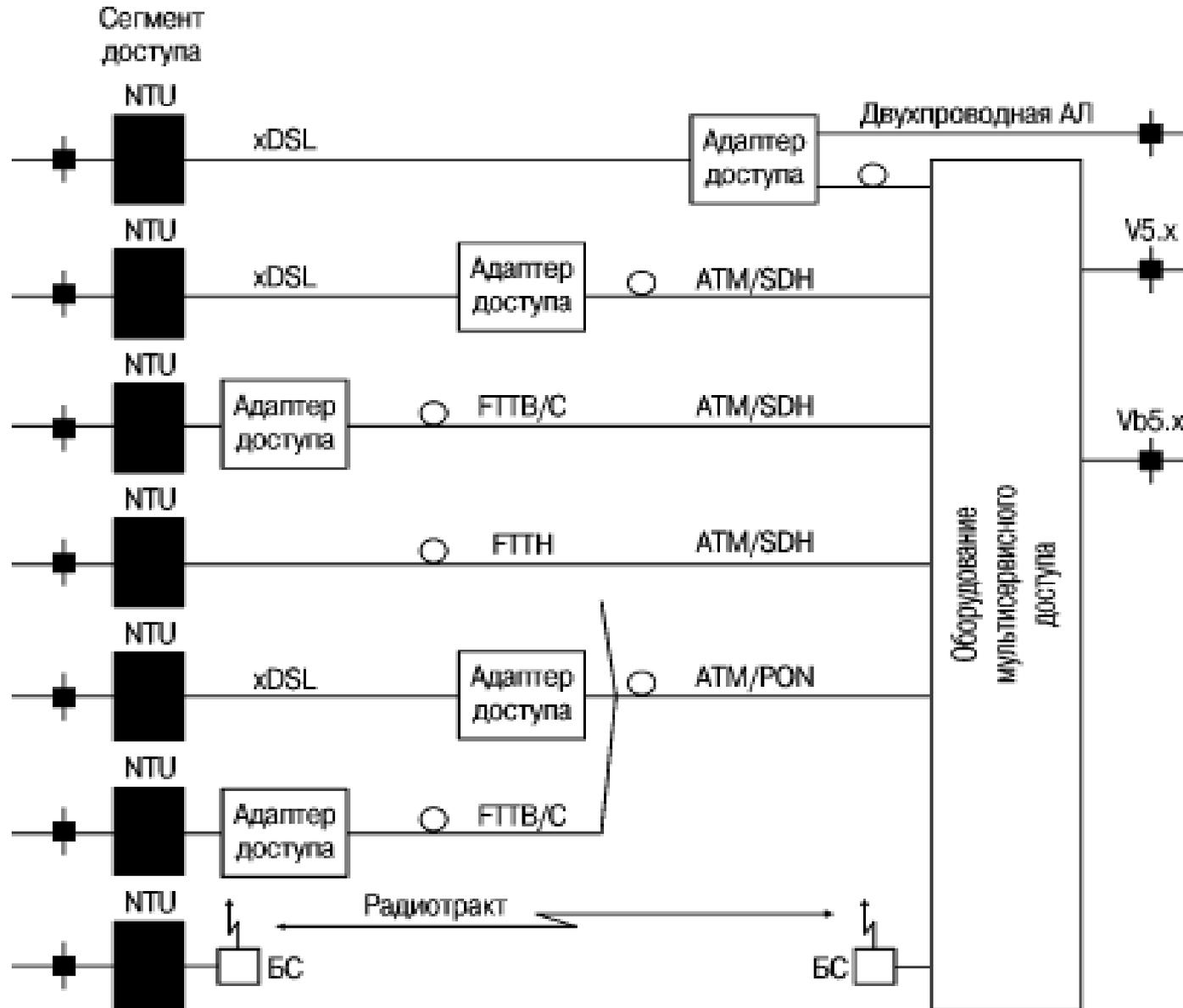
В **1994** году вице - президент США Гор обратился к членам МСЭ с предложением объединить национальные информационные инфраструктуры (НИИ). В результате, родилась идеология **ГИИ**. Она была одобрена на заседании Совета министров "Большой семерки". МСЭ занялся разработкой рекомендаций, определяющих общие принципы построения ГИИ. В настоящее время разработан ряд соответствующих рекомендаций (**серия Y**). В том же 1994 году был подготовлен доклад комиссии Бангемана, который стимулировал работу ETSI по созданию концепции Европейской информационной инфраструктуры (**ЕИИ**).



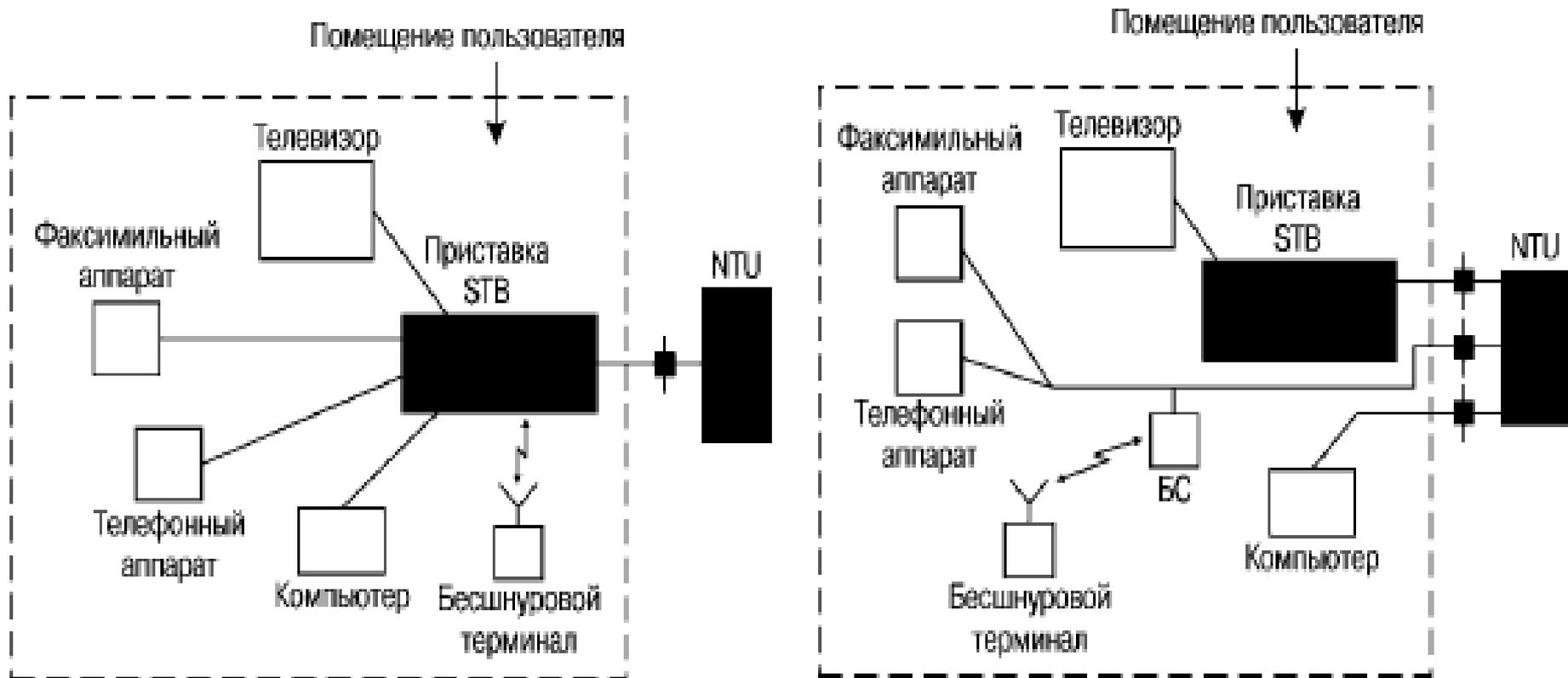
Модель ГИИ, предложенная в рекомендации МСЭ Y.120



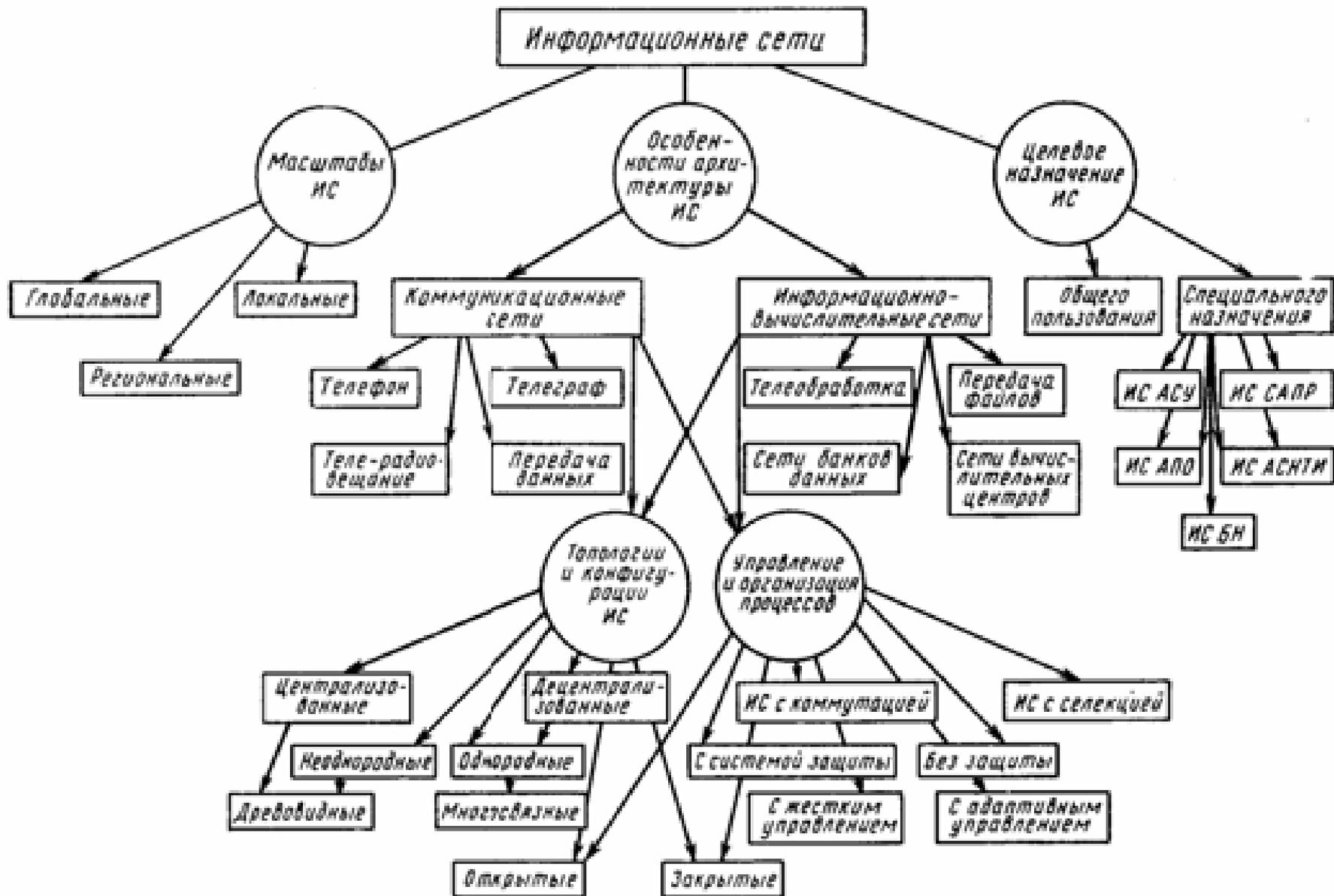
Структуры сети абонентского доступа для ГИИ



Структуры сети в помещении пользователя



STB (Set-Top Box) используется в качестве компьютерной приставки к телевизору.



Терминология

1. Первичная сеть электросвязи

2. Вторичная сеть электросвязи

3. Взаимоувязанная Сеть Связи РФ (ВСС РФ)

4. Виды каналов электросвязи:

по виду передаваемой информации телефонный, телеграфный, канал передачи данных, междугородный, зональный, местный;

по принадлежности – *сети общего пользования и ведомственные (частные, выделенные) сети;*

по способу распределения информации – *коммутируемые (коммутация каналов, пакетов и сообщений) и некоммутируемые (выделенные, арендованные);*

по способу организации – *специализированные неспециализированные (наложенные сети, например, сеть передачи данных через ТФОП).*

6. Сеть транспортная (transport network) – часть сети связи, охватывающая магистральные узлы, междугородные станции, а также соединяющие их каналы и узлы (национальные и международные).

7. Сеть доступа (access network) – совокупность абонентских линий и станций местной сети, обеспечивающих доступ абонентских терминалов к транспортной сети, а также местную связь без выхода на транспортную сеть.

8. Телеинформационные службы (ТИСл):

- телефония,
- телеграфия,
- передача данных,
- телевидение,
- звуковое вещание,
- телематические службы,
- телеметрия,
- телекоманда,
- телеуправление,
- теленавешение,
- телеконтроль,
- телеобразование,
- телемагазин,
- телебиржа,
- телеаукцион,
- телереклама,
- кооперативная работа,
- дистанционная аварийная сигнализация,
- службы будущего.

•Телематические службы (ТМСл)

- телетекс,
- видеотекст,
- факсимильные службы,
- служба обработки сообщений (СОС),
- справочная служба,
- телетекст.
- телерукопись,
- телеконференции,
- телемагазин,
- телеаукцион,
- телебиржа,

Два класса ТМСл:

информационного обеспечения (например, видеотекст, справочная служба).

информационного обмена:

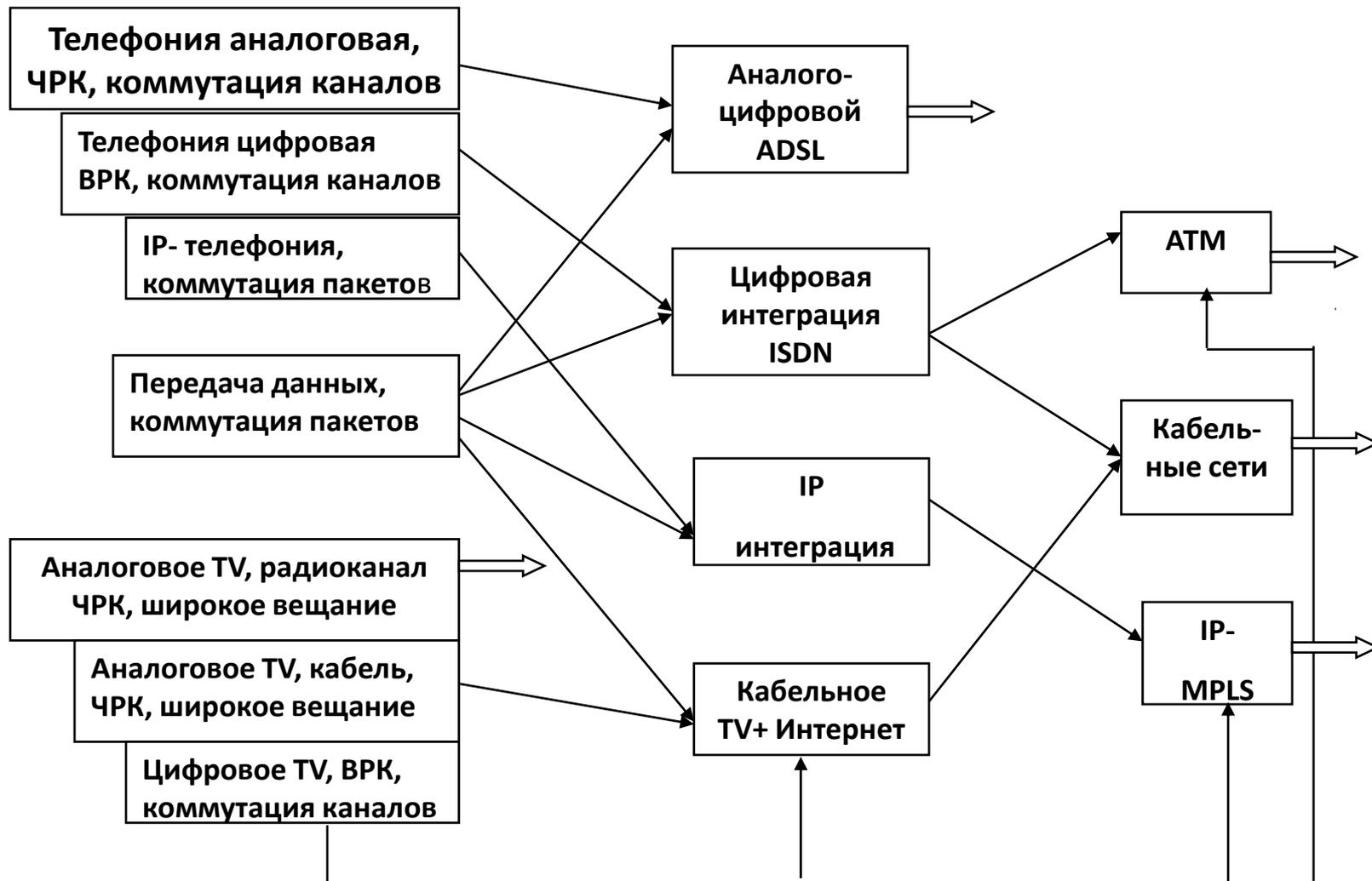
службы *индивидуальной связи* (телефакс, видеотелефон),
службы *коллективной связи* (телеконференции),
службы *интерактивного доступа* (справочная)
службы *отложенного доступа* (СОС).

Две группы **служб связи:**

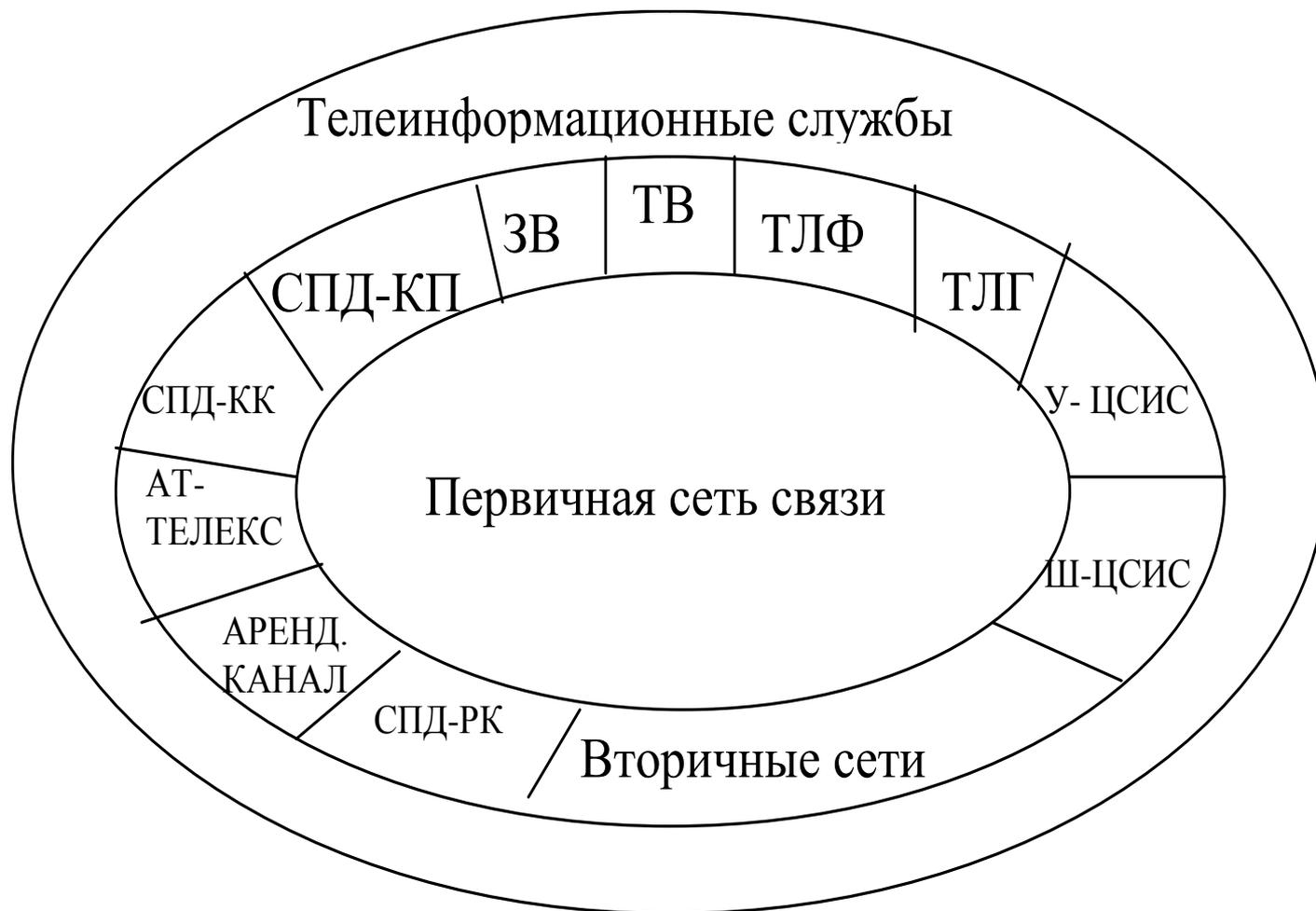
Службы передачи предназначены для кодонезависимой передачи сообщений по схеме «терминал – транспортная сеть – терминал».

Телеслужбы являются службами непосредственной связи по схеме «пользователь-пользователь». Согласно рекомендации F.353, к **телеслужбам** относят службы передачи данных и телематические службы.

Развитие и интеграция услуг



Модель ТИСл (телеинформационных служб)



Функциональная структура ВСС

СМП – магистральная первичная сеть;

ВзПС – внутризоновая первичная сеть;

МСП – местная первичная сеть;

ПД–КК – передача данных – коммутация каналов;

ПД–КП – передача данных – коммутация пакетов;

ПД-КС – передача данных – коммутация сообщений;

АТ – абонентский телеграф;

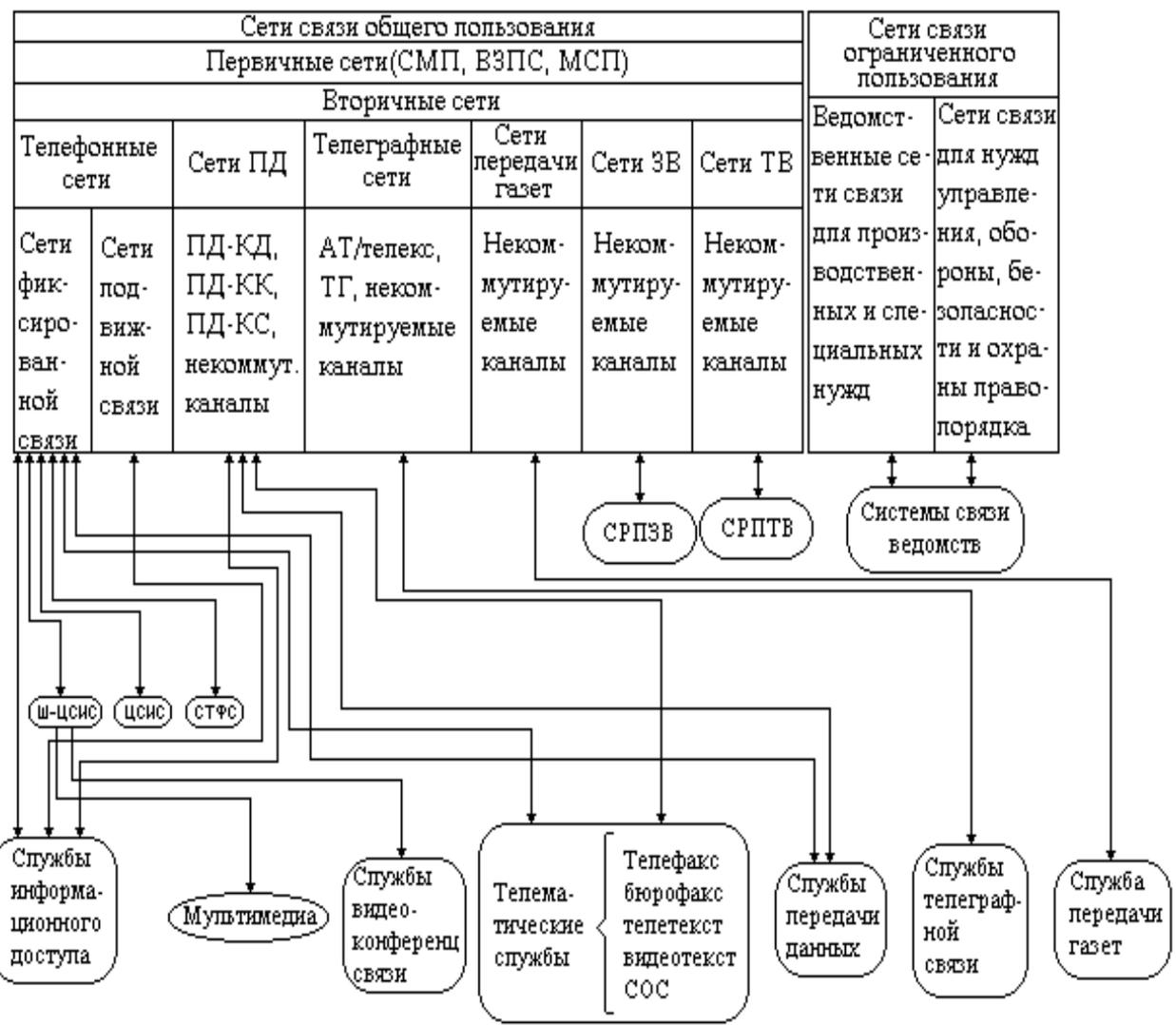
ЦСИС – цифровые сети с интеграцией служб;

СТФС – система телефонной связи;

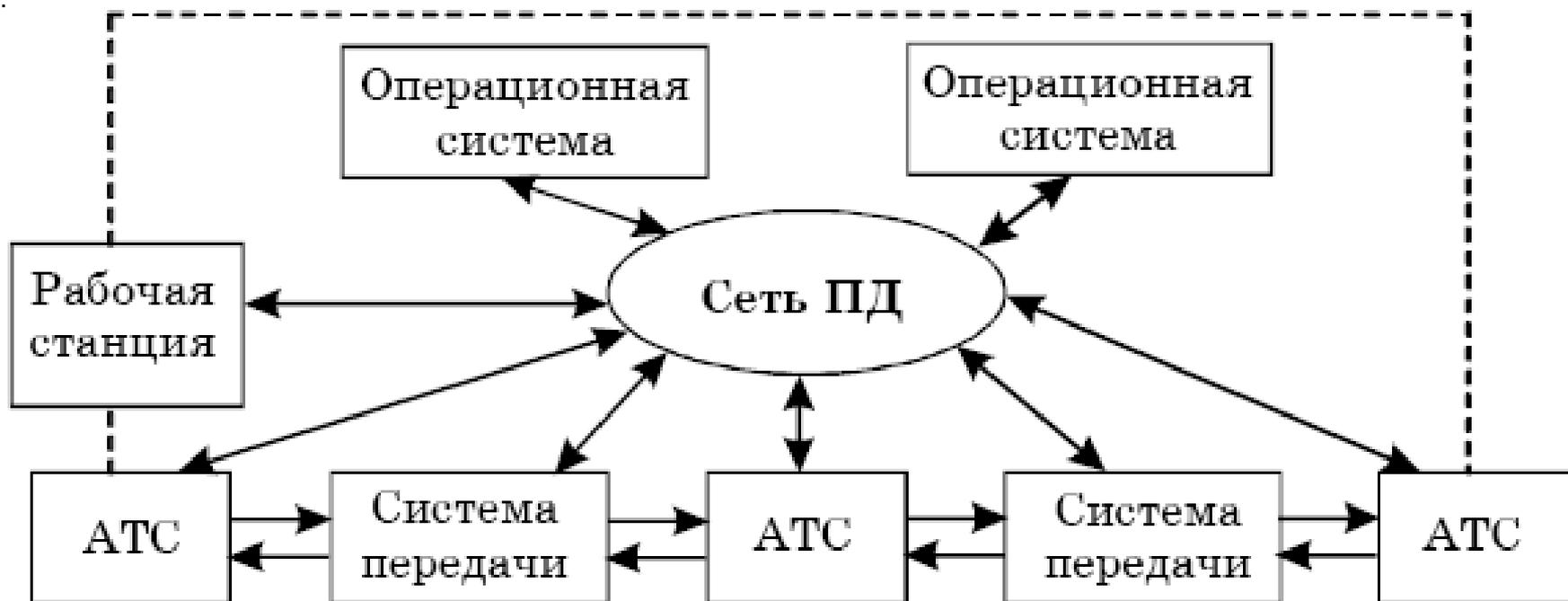
СРПЗВ – система распределения передач звукового вещания;

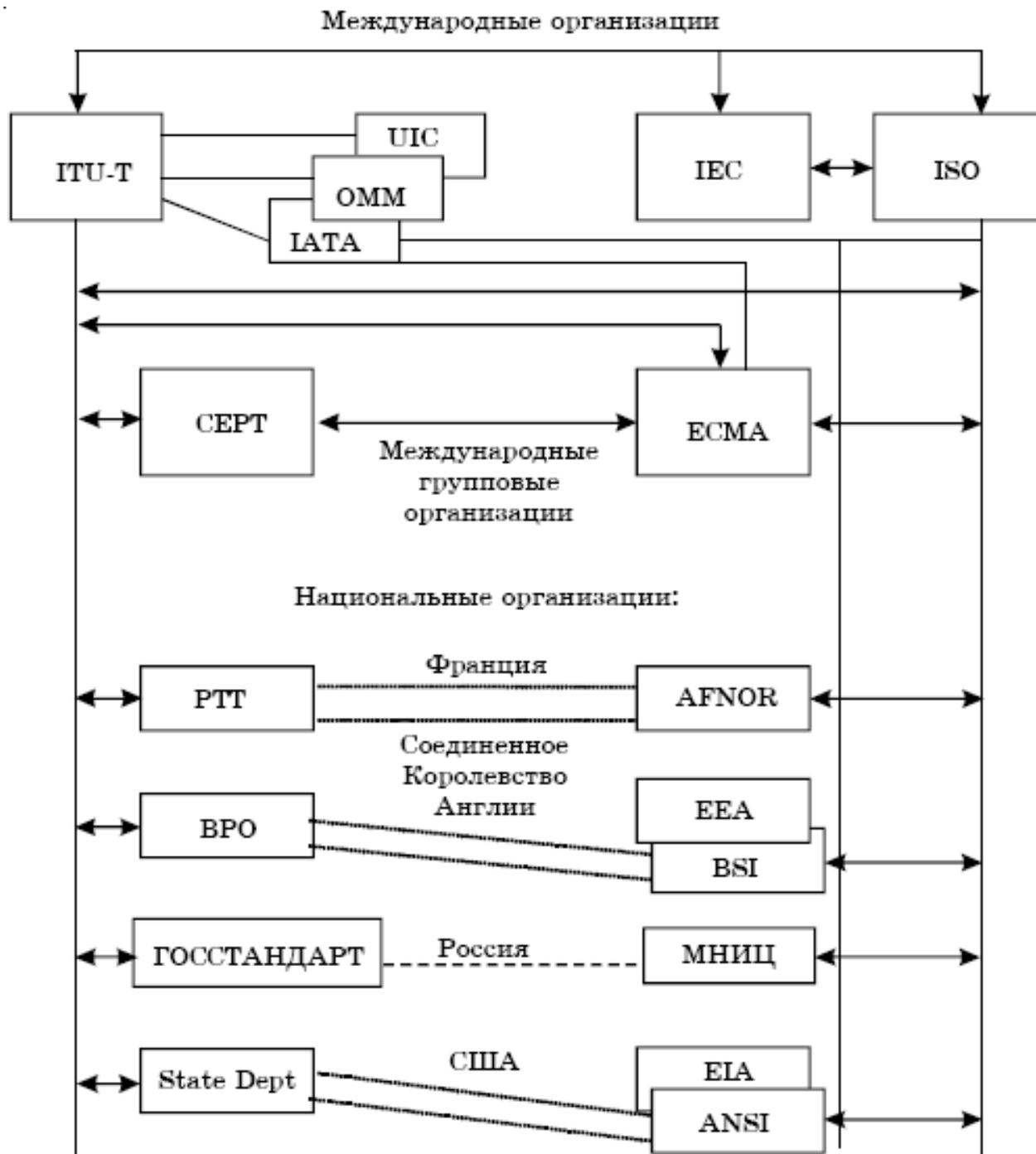
СРПТВ – система распределения передач телевизионного вещания;

СОС – система обработки сообщений



Сеть управления электросвязью





МСЭ (ITU)

В марте 1993 г. произошла реорганизация МККТТ и создана новая структура:

- **ITU-T** – сектор стандартизации электросвязи;
- **ITU-R** – сектор радиосвязи (ССИР + регистрация частот);
- **ITU-D** – сектор развития электросвязи.

ITU-T образован организациями 5 классов:

- **A** – национальные министерства и ведомства связи,
- **B** – крупные частные корпорации, занимающиеся связью,
- **C** – научные организации и фирмы производящие оборудование связи,
- **D** – международные организации, в том числе ISO,
- **E** – организации из других областей, заинтересованных в деятельности сектора.

Право голоса имеют представители классов А и В.

15 комиссий разрабатывают и утверждают **рекомендации различных серий**:

- **C** – Статистика электросвязи.
- **D** – Принципы тарификации.
- **E** – Общая эксплуатация сетей (нумерация, маршрутизация, управление сетью, эксплуатационные характеристики, расчет нагрузки).
- **F** – Эксплуат. и качество обслуживания для нетелефонных служб электросвязи.
- **G** – Системы передачи, цифровые системы и сети.
- **H** – Передача нетелефонных сигналов.
- **I** – Цифровые сети с интегрированным обслуживанием (ЦСИО).
- **L** – Констр-ция, прокладка и защита кабелей и элементов линейных сооруж.

- **J** – Передача сигналов звукового и телевизионного вещания.
- **K** – Защита от внешних воздействий.
- **M** – Техническая эксплуатация.
- **N** – Техническая эксплуатация (звукового и телевизионного вещания).
- **O** – Требования к измерительной аппаратуре.
- **P** – Качество телефонной передачи.
- **Q** – Коммутация и сигнализация.
- **R** – Телеграфная передача.
- **S** – Оконечное оборудование телеграфных служб.
- **T** – Хар-ки терминалов и протоколы высоких уровней для телематич-их служб.
- **U** – Телеграфная коммутация.
- **V** – Передача данных по телефонной сети.
- **X** – Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем.
- **Z** – Языки программирования.

До 1988 г. рекоменд. издавались один раз в 4 года в виде «Книг МККТТ», которые назывались «цветными книгами»:

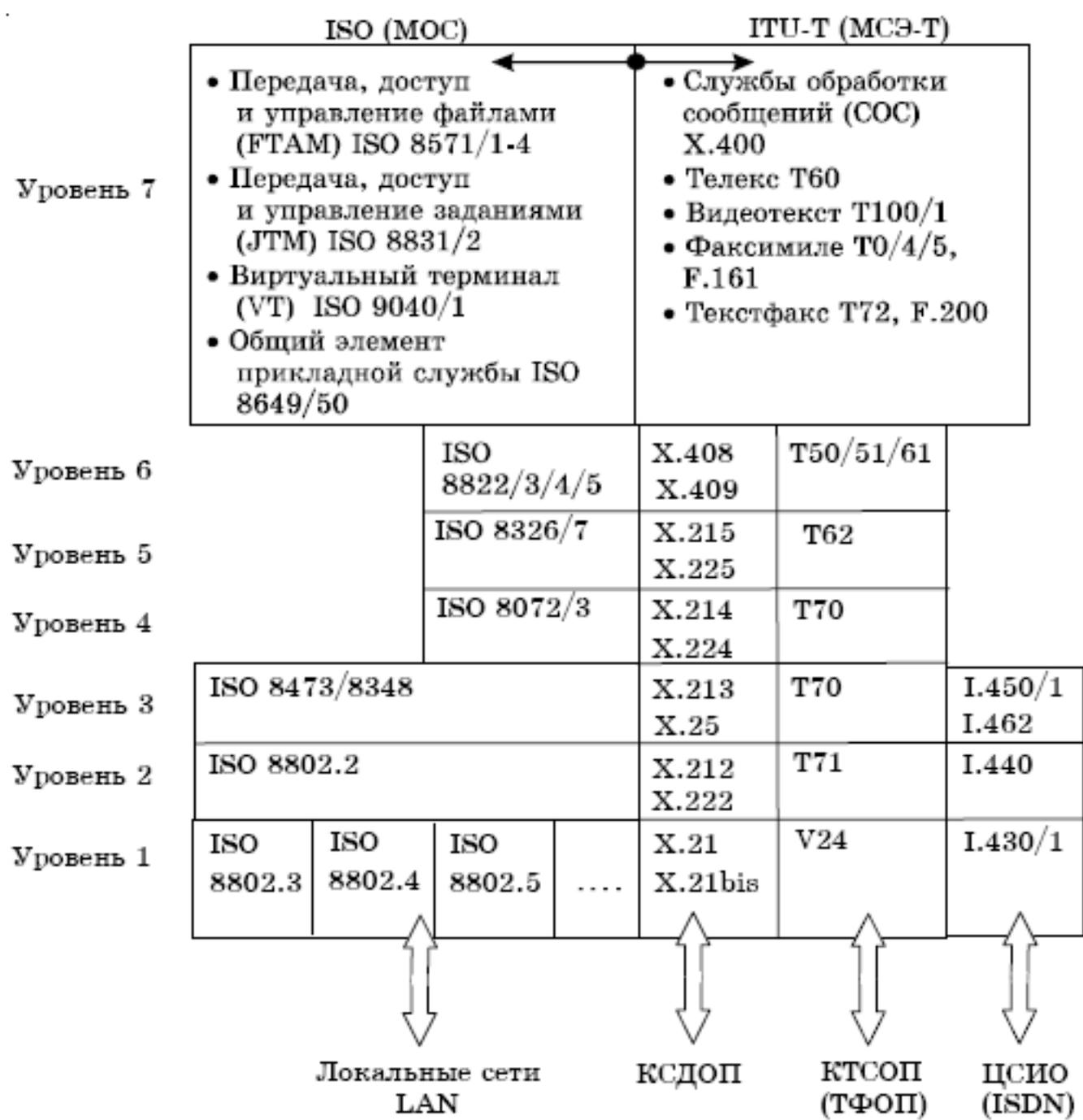
- *Зеленая книга* (Green Book, 1964 – 1968 г.),
- *Желтая книга* (Yellow Book, 1980 г.),
- *Красная книга* (Red Book, 1984 г.),
- *Синяя книга* (Blue Book, 1988 г.),
- *Серая книга* (Grey Book, 1992 г.),
- *Белая книга* (White Book, 2000 г.).

ISO

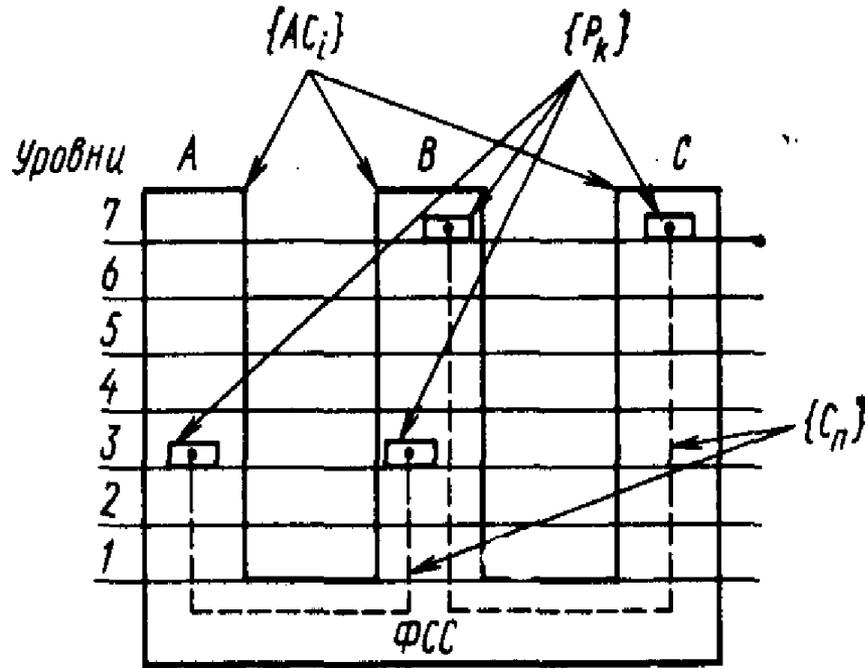
В 1983 г. в рамках ISO создана SPAG (Standards Promotion and Application Group – Группа способствования реализации и применению стандартов).

- **Цикл разработки каждого стандарта имеет четыре этапа [1]:**
- *рабочий документ WP* (Working Paper),
- *проект предложения DP* (Draft Proposal),
- *проект международного стандарта DIS* (Draft International Standard), по которому производится 180-дневное голосование среди членов ISO,
- *международный стандарт IS* (International Standard).

Длительность цикла разработки от 4 до 8 лет.

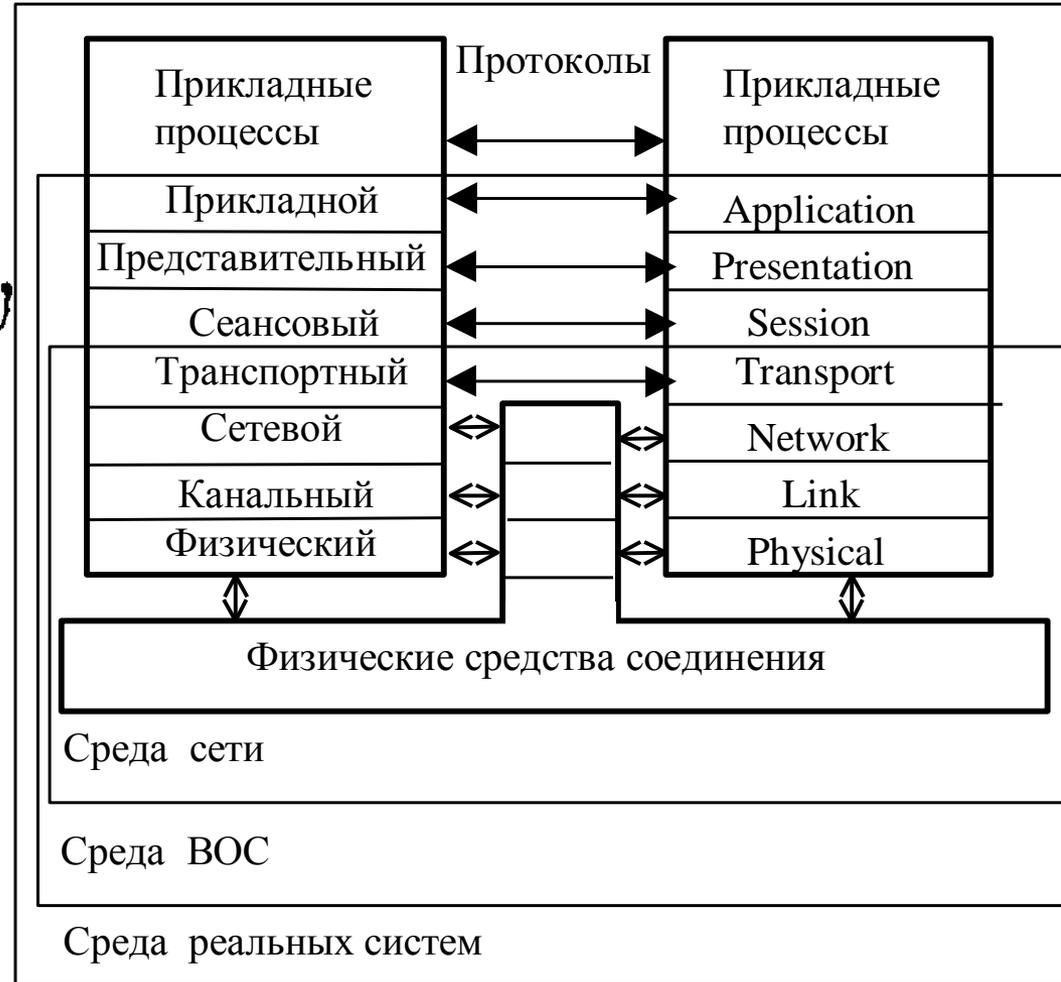


Уровни ЭМВОС

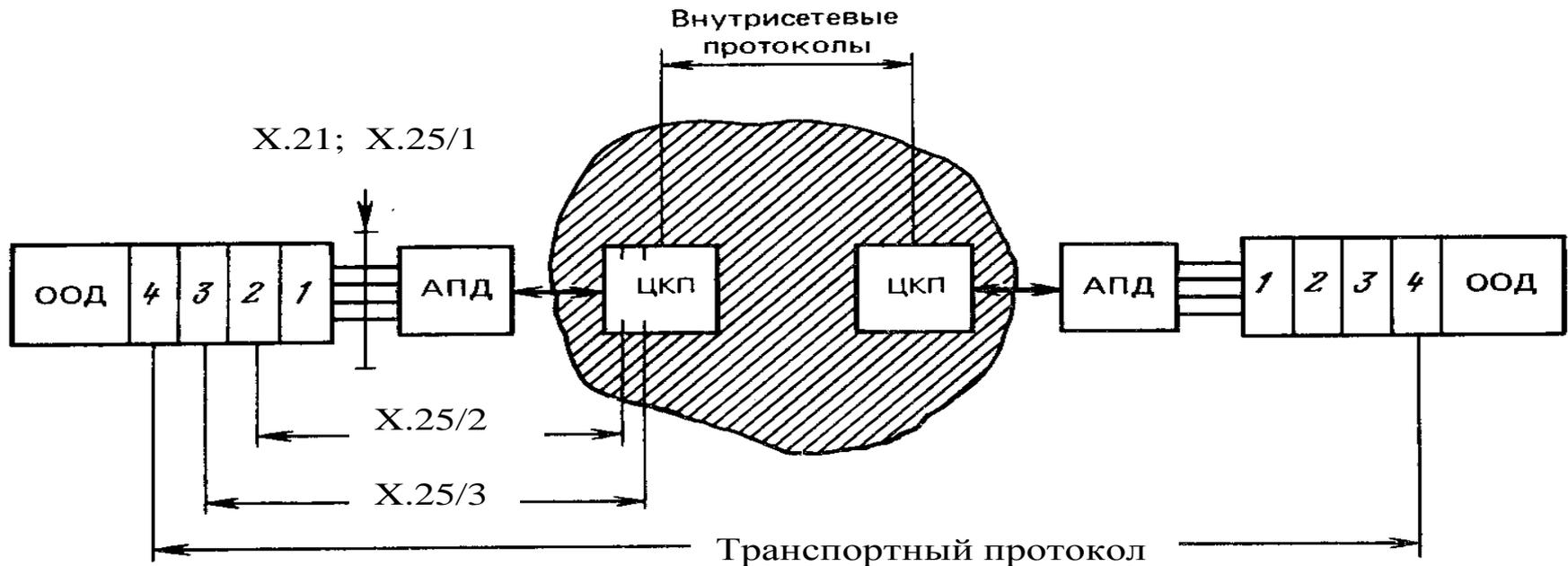


Абонентская
система А

Абонентская
система В



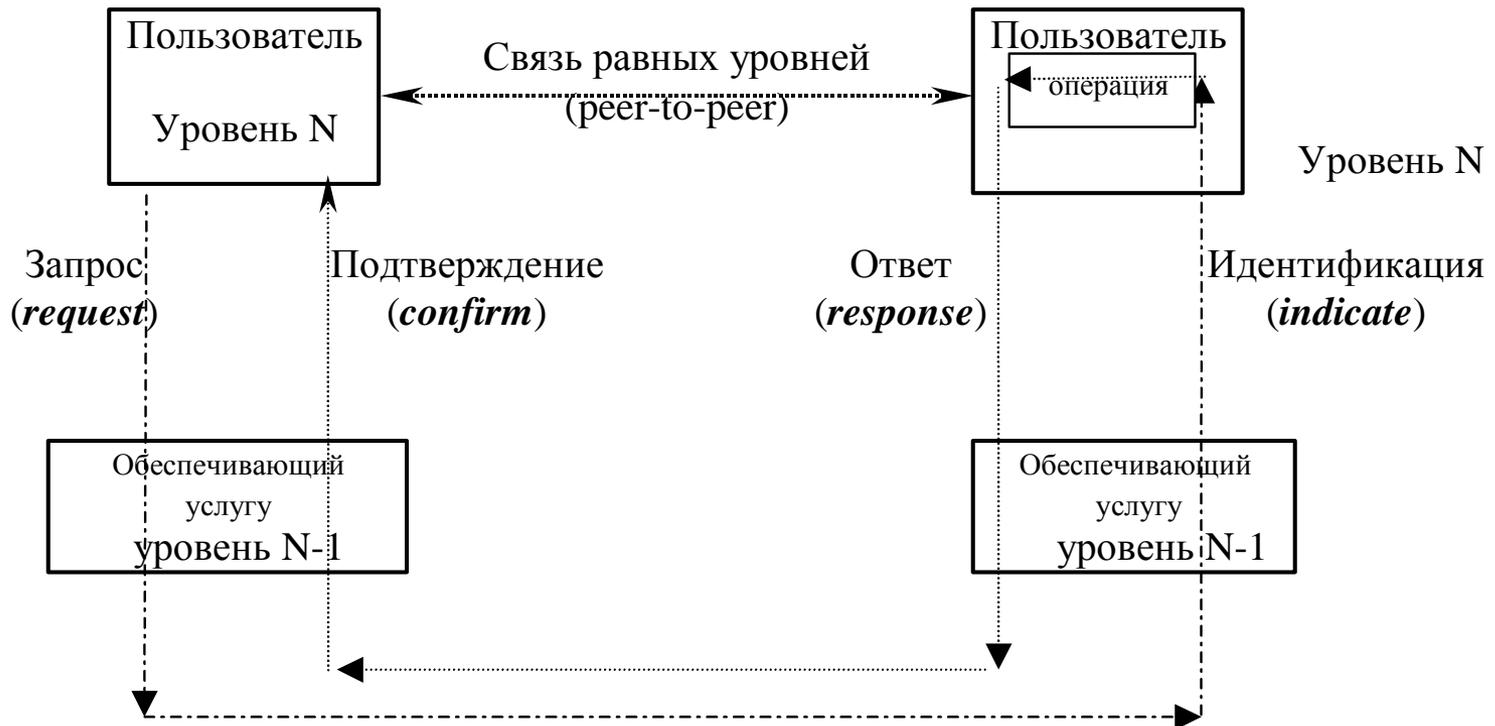
Протоколы СПД с коммутацией каналов



Протоколы СПД с коммутацией пакетов

Терминология СПД

- **Сервер** (server) – объект, предоставляющий сервис другим объектам по их запросам.
- **Транзакция** (transaction) – короткий во времени цикл взаимодействия объектов (entities), включающий «запрос – выполнение задания – ответ».
- **Примитивы** (primitives) – сорт транзакций (блоков данных), осуществляющих сервис, предоставляемый объектами уровня (N-1) объектам уровня N.



Набор доступных примитивов зависит от природы сервиса. Скажем, примитивы сервисов с установлением соединения и без него различаются. В таблице приведен минимальный набор примитивов, обеспечивающий надежную передачу битового потока в среде типа «клиент-сервер».

Таблица . Пять сервисных примитивов, обеспечивающих простую передачу с установлением соединения

Примитив	Значение
LISTEN (ожидание)	Блок ожидает входящего соединения
CONNECT (соединение)	Установка соединения с ожидающей сущностью того же ранга
RECEIVE (прием)	Блок ожидает входящего сообщения
SEND (отправка)	Отправка сообщения ожидающей сущности того же ранга
DISCONNECT (разрыв)	Разрыв соединения



Простейшее взаимодействие клиента и сервера при передаче пакетов по сети с установлением соединения

Соединение

Соединение – функциональное взаимодействие двух или более объектов, расположенных на одном уровне. Соединение осуществляется только на время сеанса взаимодействия объектов для выполнения процедур установления, поддержания и расторжения соединения.

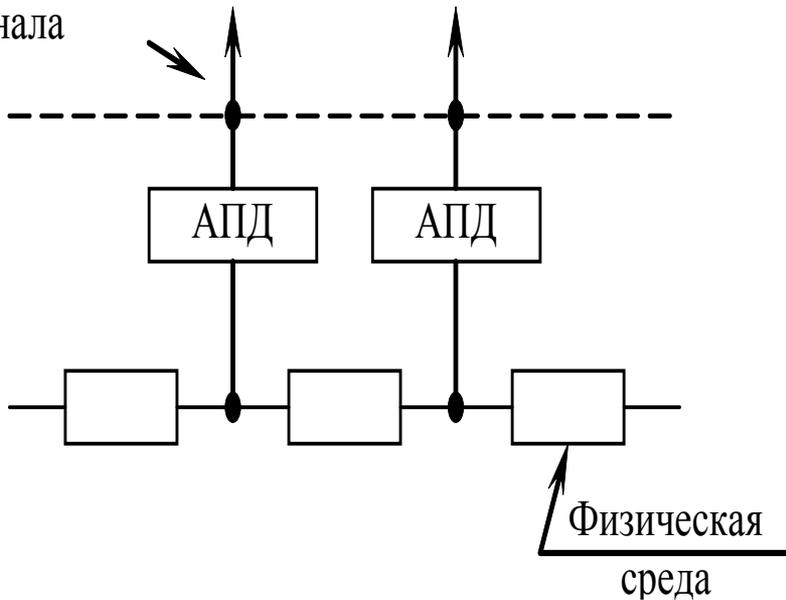
	Служба	Пример
Ориентированная на соединение	Надежный поток сообщений	Последовательность страниц
	Надежный поток байт	Удаленная регистрация
	Ненадежное соединение	Цифровая голосовая связь
Без установления соединения	Ненадежная дейтаграмма	Рассылка рекламы электронной почтой
	Дейтаграмма с подтверждениями	Заказные письма
	Запрос — ответ	Запрос к базе данных

Шесть типов служб

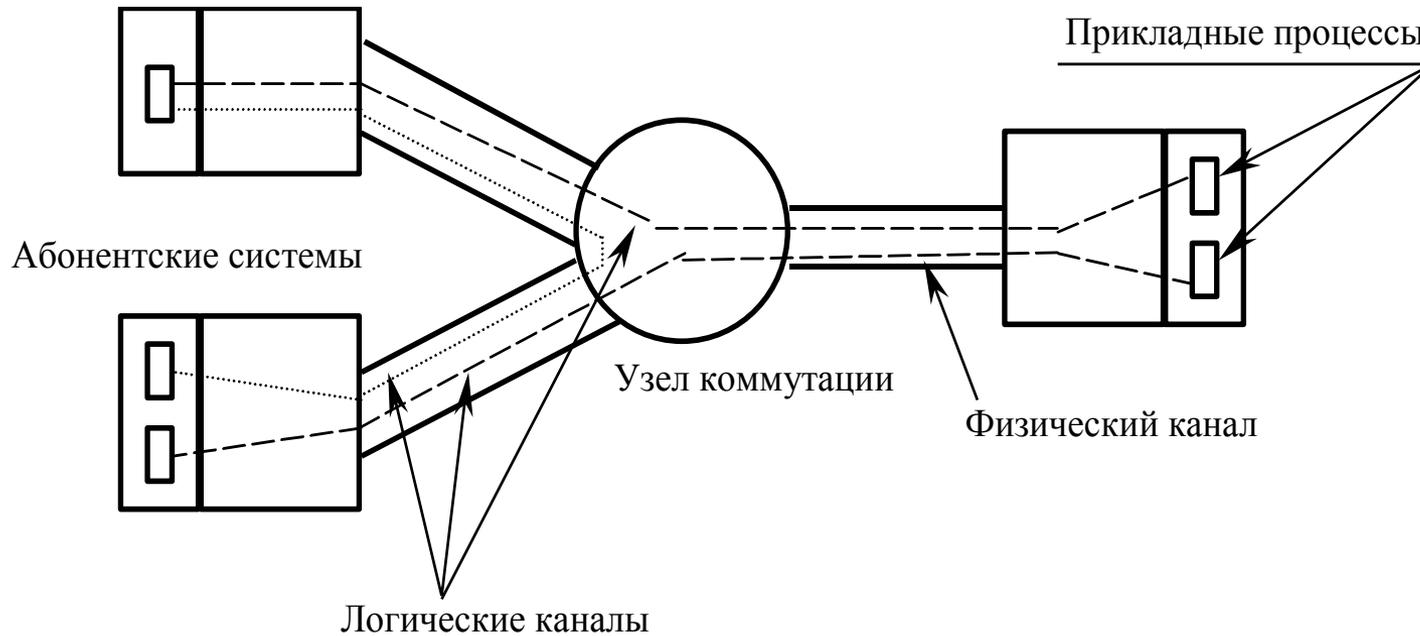
- **Функциональный блок** (functional unit):
 - реализует протокол;
 - обеспечивает сервис;
 - взаимодействие между ФБ через порты и интерфейсы;
 - описывается ФБ алгоритмом.
 - тестируется и диагностируется логическим анализатором.
- **Порт** (port) – точка доступа к устройству или программе. Порты могут быть *физическими* и *логическими*.
- **Физическая среда** (physical media) – материальная субстанция, через которую осуществляется передача сигналов: эфир, металл, оптическое стекло, витая пара, плоский кабель, коаксиальный кабель и так далее.
- **Физические средства соединения ФСС** (physical interconnection facility) – совокупность физической среды, аппаратных средств, программных средств, обеспечивающих передачу сигналов между системами.
- ФСС могут быть *активными* (например, модем) и *пассивными* (например, кабель).

Интерфейс физич.
канала

к системам



Физический канал (physical link) — средство передачи сигналов между системами и их компонентами. Состоит из одной или нескольких *физических сред* и АПД (аппаратуры передачи данных). Точки соединения сред и аппаратуры характеризуются *интерфейсами* (стыками). АПД является каналообразующим компонентом.



- **Логический канал** (logical channel) – путь, по которому *данные* передаются от одного *порта* к другому. Логические каналы обеспечивают взаимодействие объектов равных уровней.

- Через логический канал, соединяющий объекты *физического* уровня, передаются **сигналы**.
- Через логический канал, связывающий объекты остальных уровней, направляются **блоки данных**.
- Логический канал, прокладываемый на *сетевом* уровне, называется **виртуальным** каналом.
- Логический канал, прокладываемый на *канальном* уровне, называется **каналом передачи данных**.

- Различают **три типа логических каналов**:
- а) «**Точка-Точка**» – взаимодействие двух абонентских систем (терминалов),
- б) «**Точка-Многоточка**» – широковещательный режим работы,
- в) «**Многоточка**» – связь терминалов друг с другом в *локальной* сети.

Ретрансляционные системы

- **Мост** (bridge) – ретрансляционная система, соединяющая два канала передачи данных. Находит применение при соединении *локальных сетей*.

Мосты часто бывают **интеллектуальными** и выполняют роль фильтров, не пропускающих через себя некоторые блоки данных, адресованные некоторым абонентским системам **той же** сети.

Мост, предназначенный для соединения частей одной системы, называется **адаптером**.

В **радиосети** мост обеспечивает взаимодействие двух радиоканалов, работающих на разных частотах, и называется **ретранслятором**.

- **Маршрутизатор** (router) – ретрансляционная система, соединяющая две коммуникационные сети. *Адаптивная* маршрутизация отличается от *фиксированной* тем, что таблицы маршрутов обновляются в зависимости от колебаний трафика. *Вероятностная* маршрутизация предполагает случайный выбор пути следования блоков данных.
- **Шлюз** (gateway) – ретрансляционная система, обеспечивающая взаимодействие двух информационных сетей. Обеспечивает взаимодействие двух сетей с различными наборами (1А – 7А и 1В – 7В) протоколов всех уровней.
В тех случаях, когда соединяемые информационные сети созданы по стандартам **ISO – OSI**, уровни имеют одинаковые протоколы. Такие сети соединяются не при помощи **шлюза**, а на основе более простых ретрансляционных систем, именуемых **маршрутизаторами** и **мостами**.
Фирма Ericsson приобрела компанию ACC (одна из компаний – создателей Internet) с целью использования ее шлюзов, названных именами рек: *Congo* – для офисных систем (подключаются аналоговые телефонные аппараты и аналоговые факсы); *Danube* (Дунай) – подключение клиентов Ethernet (до 8); *Colorado* (размер с записную книжку) – позволяет войти в сеть передачи данных двух компьютеров; *Zambezi* – «умный» маршрутизатор для перераспределения корпоративного трафика.

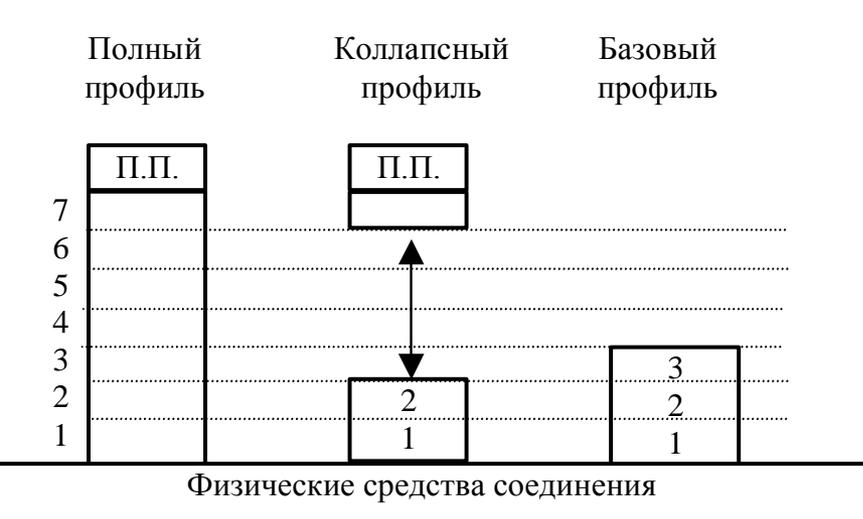
- **Брандмауэр** (firewall) – набор аппаратно-программных средств, предназначенных для предотвращения доступа в сеть извне и для контроля над данными, поступающими в сеть и выходящими из нее (широкое применение с начала 1990-х годов в связи с развитием Internet).

Для эффективной работы брандмауэра важно соблюдение трех условий:

- весь трафик должен проходить через одну точку;
- firewall должен контролировать весь трафик;
- сам firewall должен быть «неприступен» для внешних станций.

По отношению к ЭМВОС возможна следующая классификация брандмауэров:

- брандмауэры с фильтрацией пакетов (packet-filtering firewall) организованные на **сетевом** уровне;
- шлюзы **сеансового** уровня (circuit-level gateway);
- шлюзы **прикладного** уровня (application-level gateway);
- брандмауэры **экспертной оценки** (stateful inspection firewall).



Функциональный профиль ФП (functional profile) – **иерархия** взаимосвязанных **протоколов**, предназначенных для определенного круга задач обработки и передачи данных. Кроме ФП, показанных на рис. 2.18, существуют **смешанные** профили (работают либо как полные, либо как коллапсные), например, в *ISDN*.



Наиболее известными функциональными профилями являются:

MAP (**Manufacturing Automation Protocol** – Протокол автоматизации производства) – 1984 г., General Motors;

TOP (**Technical and Office Protocol** – Технический и учрежденческий протокол) – 1985 г., Boeing Computer Service.

Полными функциональными профилями являются

- системная сетевая архитектура,
- архитектура дискретной сети,
- открытая сетевая архитектура ОНА,
- функциональные профили MAP и TOP.
- В некоторых странах создаются *правительственные профили ВОС*, также являющиеся полными функциональными профилями. Все они основаны практически на правительственном профиле либо Великобритании, либо США. Основное отличие между последними состоит в том, что в Великобритании профиль ориентирован на взаимодействие как с установлением соединений, так и без них, в то время как **в США профиль не предусматривает использование соединений**.
- **GOSIP** (Government OSI Profile – Правительственный Профиль ВОС). Функциональный профиль, обязательный для использования в государственных учреждениях США, называемый *GOSIP*. Для удобства он делится на комплексы А, С, F, S, T и R .
- **Госпрофиль ВОС РФ** существует с 1996 года в виде проекта Госстандарта РФ. При создании Госпрофиля использовано свыше 450 нормативных документов (версия 1).

Дейтаграммный протокол пользователя UDP	TCP	Транспортный протокол ISO	
IP		Сетевой протокол без организации соединений CLNP	X.25
Канальный уровень		Управление логическим каналом LLC	
Физический уровень		Распределенная двойная шина с очередями DQDB	
TCP/IP		ISO	

Управление
доступом в
среде
(MAC)

• **Транспортная платформа** является составной частью полного функционального профиля. На рисунке показан пример одной из возможных структур транспортной платформы в **базовых сетях** (backbone network). *Базовые сети* – это коммуникационные сети, предназначенные для соединения территориальных и локальных сетей на значительных территориях (часто континентальных).

Способ коммутации пакетов, использованный в протоколе X.25, на больших скоростях передачи имеет серьезные недостатки (очереди при коммутации вследствие обработки кадров в каждом узле). Поэтому в базовых сетях осуществляется работа сетевого уровня без организации соединений (протокол **ISO CLNP** – **Connection Less Network Protocol**). В базовой сети передаются не последовательности пакетов, а отдельные блоки данных. Нередко они обрабатываются в соответствии с дейтаграммным протоколом пользователя (**UDP** – User Datagram Protocol). В сети обеспечивается **скоростная коммутация данных**. Все шире используется режим **ATM** (Asynchronous Transfer Mode) – абоненты получают возможность передавать данные с разными скоростями. Управление доступом к физической среде в базовой сети чаще всего осуществляется при помощи *множественного доступа с разделением времени* (**TDMA** – Time Division Multiple Access).

Начало общей схемы Госпрофиля ВОС России (вторая версия)

Уровни
ЭМВОС

Общеархитектурные стандарты

Базовые эталонные модели: ГОСТ 28906, ISO/IEC 7498-1, -2, -3, -4
Соглашения по услугам: ISO/IEC 10731
Аттестационное тестирование: ГОСТ Р ISO/IEC 9646-1, -2, -4, -5, -6; ISO/IEC 9646-3, -7
Формализованное описание: ГОСТ 34.973, ГОСТ 34.974
Терминология: ГОСТ 24402, ГОСТ 29099

Структура
прикладного
уровня
ГОСТ Р
ISO/IEC 9545

Архитектура
учрежденческих
документов
ISO/IEC 8613
(в 10 частях),
ISO/IEC TO 10179

Система обработки
сообщений
ГОСТ Р
ISO/IEC 10021
(в 7 частях)

Передача файлов,
доступ к файлам,
управление файлами
ГОСТ Р 34.980-1
ГОСТ Р 34.980-2
ГОСТ Р 34.1980-31
ГОСТ Р 34.980-4

прикладной

Факсимильные
службы
F.160, F.162, F.170, F.180,
F.182, F.184, T.0, T.4

Передача и обработка
заданий и транзакций
ГОСТ Р 34.1983,
ГОСТ Р 34.1084

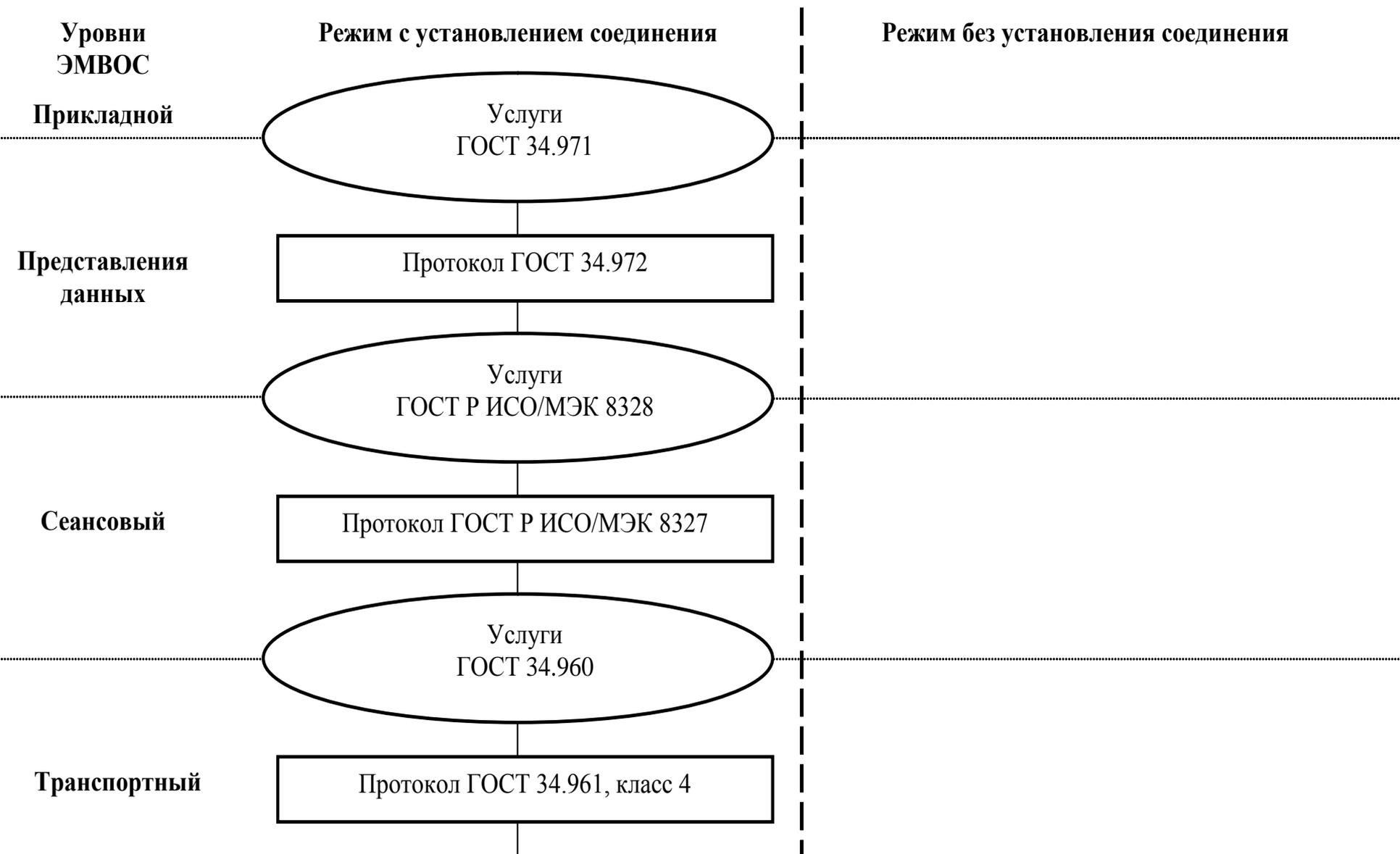
Административное управление
ISO/IEC 9595, ISO/IEC 9596-1,
ISO/IEC 10164 (в 15 частях),
ISO/IEC 10032, ISO/IEC 10040

Сервисные элементы
СЭУА: ГОСТ 34.981, ГОСТ Р 34.982,
ГОСТ Р ISO/IEC 10035
СЭНП: ГОСТ Р ISO/IEC 9066-1, -2
СЭУО: ГОСТ Р ISO/IEC 9072-1, -2
СИБ: ГОСТ Р ISO/IEC 9804

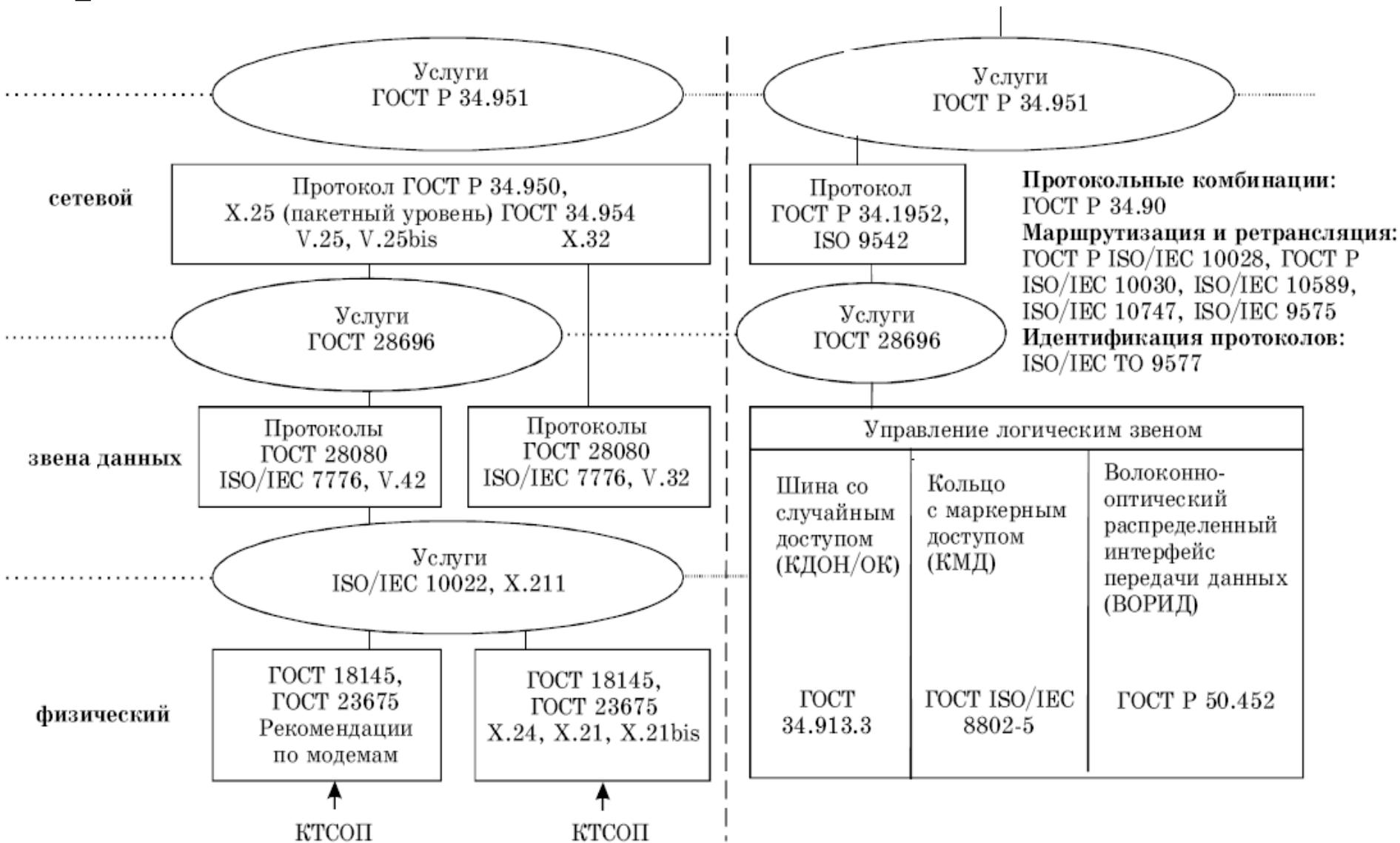
Справочные службы
ГОСТ Р ISO/IEC 9594-1, -3, -5, -6, -7, -8
Рекомендации МККТТ серии X.500

Аттестационное
тестирование
ISO/IEC 9805-2

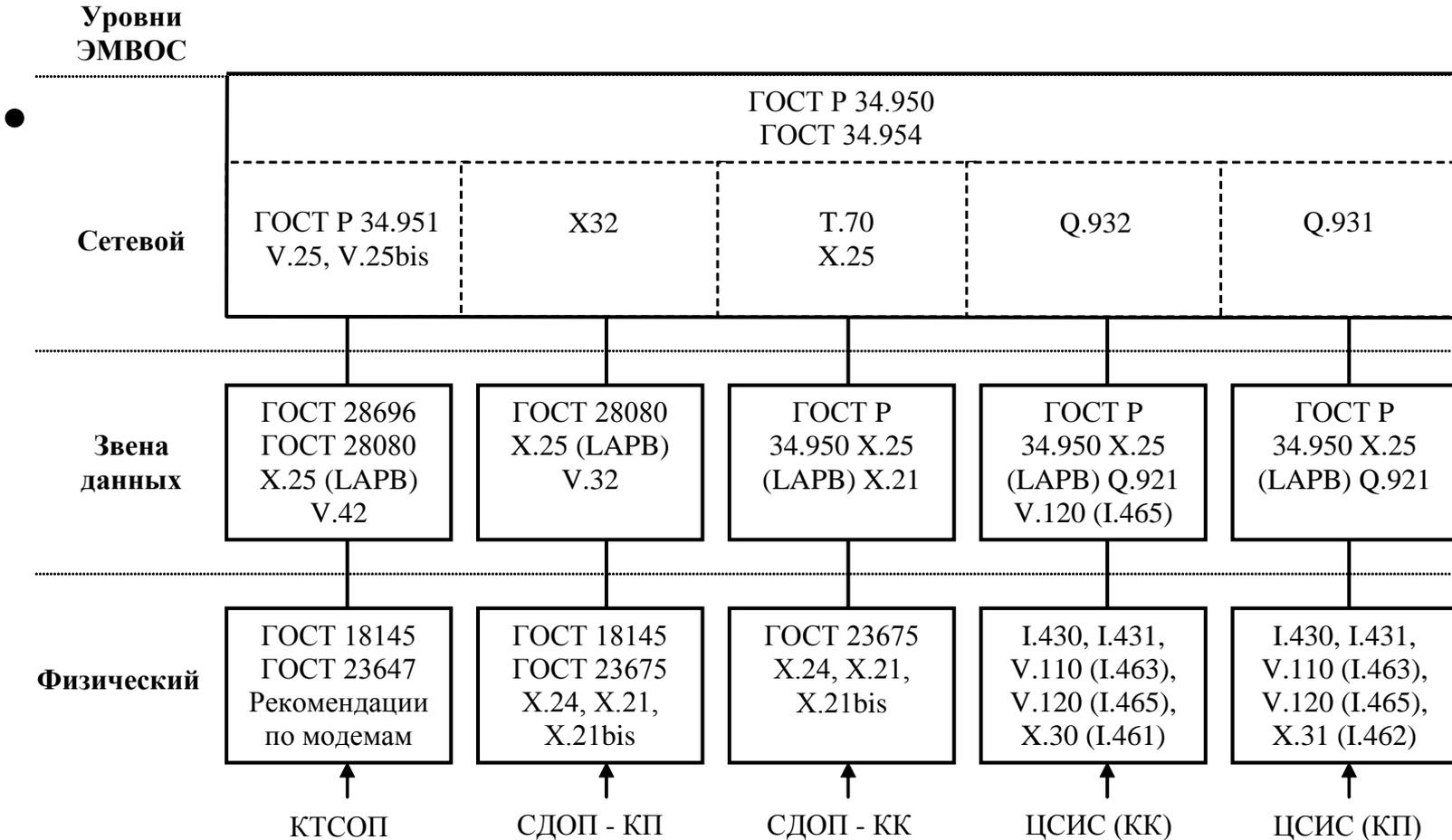
Продолжение общей схемы Госпрофиля ВОС России (2 версия)



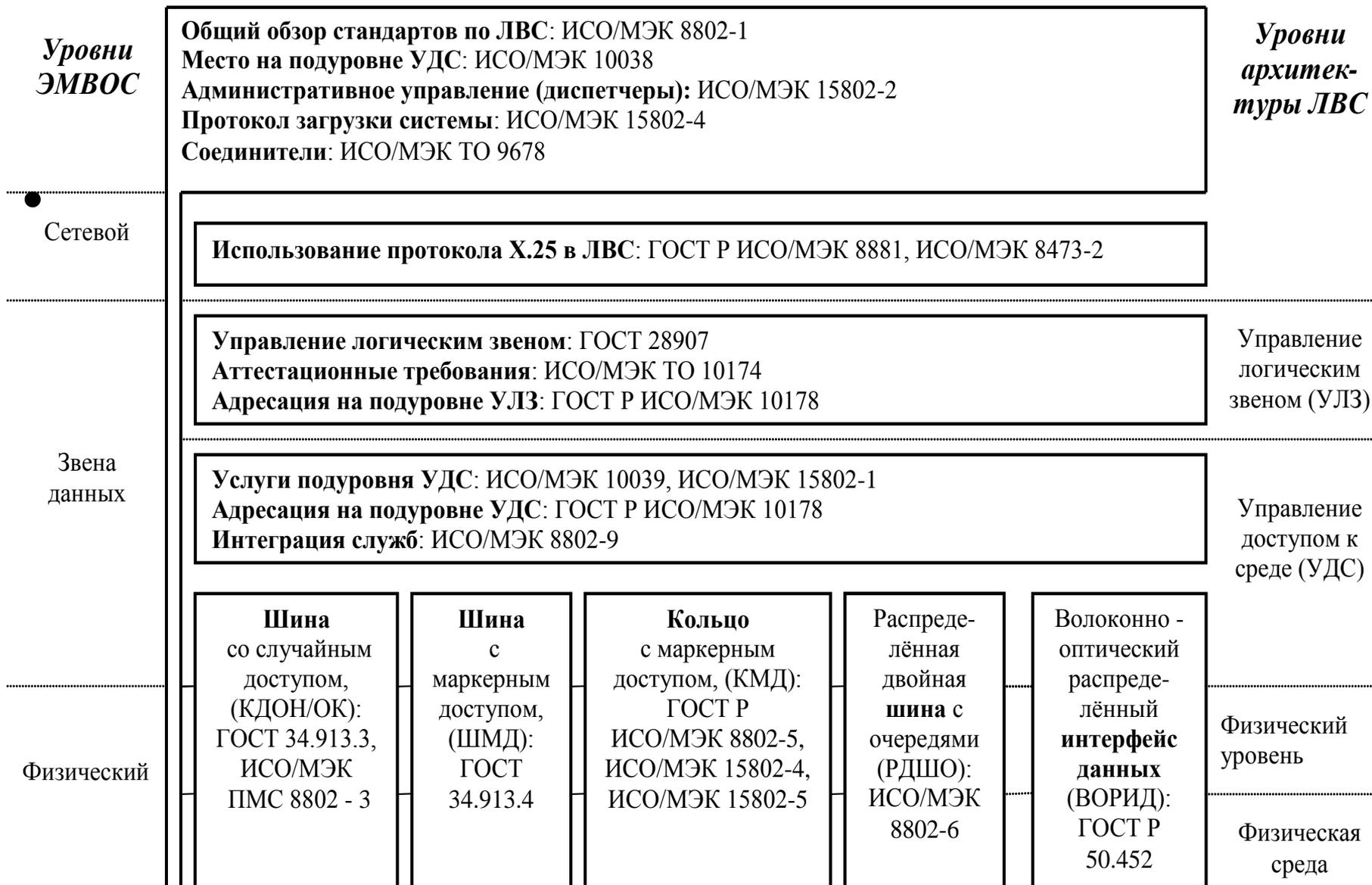
Окончание общей схемы Госпрофиля ВОС России (2 версия)



Сети связи и передачи данных общего пользования



Госстандарт ВОС РФ. Локальные вычислительные сети



Протоколы Internet

- **TCP/IP** (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, *Протокол управления передачей/Межсетевой протокол*),
- **DARPA** (Defense Advanced Research Projects Agency),
ARPANET

Уровни OSI

Уровни TCP/IP

7	NFS, XDP, RPC	SNMP	FTP	telnet	SMTP	TFTP	1. Прикладной
6	TCP					UDP	2. Транспортный
5							3. Межсетевого взаимодействия
4	IP	ICMP	RIP	OSFP	ARP		
3	Не регламентируется						4. Сетевых интерфейсов
2	...Ethernet, Token Ring, X.25, SLIP, PPP...						
1							

Сеть INTERNET

- 1986г - шесть первых сегментов СПД: *go*, *mil*, *edu*, *corn*, *org* и *net*.
- IAB (Internet Activities Board, 1989г) - центральный орган INTERNET

Два подкомитета:

- исследовательский – IRTF (Internet Research Task Force);
- «законодательный» – IETF (Internet Engineering Task Force (стандарты RFC = Requests for Comments)).
- Система телеконференций INTERNET (USENET, 1979г) - два аспиранта Университета штата Северная Каролина (США) Tom Truscott и Jim Ellis на основе протокола UUCP (Unix-to-Unix Copy Protocol).

Тип доступа	Вид доступа	
	Системы персонального информационного обмена	Системы коллективного информационного обмена
Интерактивные системы (« <i>real-time</i> », « <i>on-line</i> », оперативный доступ)	<i>Talk</i> – программа информационного обмена, реализующая принцип телефона	IRC-система, реализующая принцип телемоста
Системы «отложенных» сообщений (« <i>non-real-time</i> », « <i>off-line</i> »)	<i>e-mail</i> – электронная почта	<i>Listserv</i> – система серверов почтовых списков BITNET; <i>USENET</i> – система телеконференций Internet; BBS электронные доски объявлений

- **WWW** (проект «Гипертекст для CERN», 1989-1990г Tim Berners-Lee - служба глобального соединения, сетевая служба, создающая **ГИПЕРСРЕДУ** доступа в базы данных сети INTERNET:
- язык гипертекстовой разметки документов **HTML** (Hyper Text Markup Language, *Гипертекстовый высокоуровневый язык*);
- универсальный способ адресации **URL** (Universal Resource Locator, RFC-1630) – гипертекстовые ссылки;
- протокол доставки гипертекстовых сообщений **HTTP** (HyperText Transfer Protocol);
- универсальный межсетевой интерфейс **CGI** (Common Gateway Interface);
- WWW построена по схеме «клиент-сервер».
- Документы серверов WWW написаны в соответствии с правилами **HTML**, использующего язык **SGML** (Standard Generalized Markup Language, *Стандартный обобщенный язык представления*).
- прогр.-клиенты **browsers**, *просмотрщики WWW*), связываются с ресурсами через **Common User Interface – CUI**.
- Используются метод **HTTP** и язык **HTML** (в формате ASCII).

Соответствие популярных стеков протоколов модели OSI

Уровни ЭМВОС	Стек TCP/IP	Стек NetBIOS/SMB (IBM/Microsoft)	Стек IPX/SPX (Novell)	Стек OSI
7	Telnet, FTP, SNMP, SMTP	SMB (взаимодействие рабочих станций с сервером)	NCP SAP	X.500 X.400 FTAM
6				Представительный протокол OSI
5	TCP UDP	NetBIOS, NetBEUI (маршрутизация отсутствует)		Сеансовый протокол OSI
4			SPX	Транспортный протокол OSI
3	IP, RIP, OSPF		IPX, RIP, NLSP	ES-IS, IS-IS
2	802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), FDDI, Fast Ethernet, Slip, 100VG-Any LAN, X.25, ATM, LAP-B, LAP-D, PPP			
1	Коаксиал, экранированная (STP) и неэкранированная (UTP) витая пара, оптоволокно (ВОЛС), радиоволны			

Сравнение эталонных моделей OSI и TCP

В годы 1990 многим экспертам в данной области казалось, что модель OSI и ее протоколы завоюют весь мир и вытеснят все остальное. Этого не случилось. Почему? Основных причин неудачи модели OSI было четыре: **несвоевременность**, неудачная технология, неудачная реализация, неудачная политика.



Апокалипсис двух слонов (теория стандартов David Clark из M.I.T.)

Неудачная технология: выбор семиуровневой структуры - два уровня (сеансовый и уровень представления) почти пусты, тогда как два других (сетевой и передачи данных) перегружены.

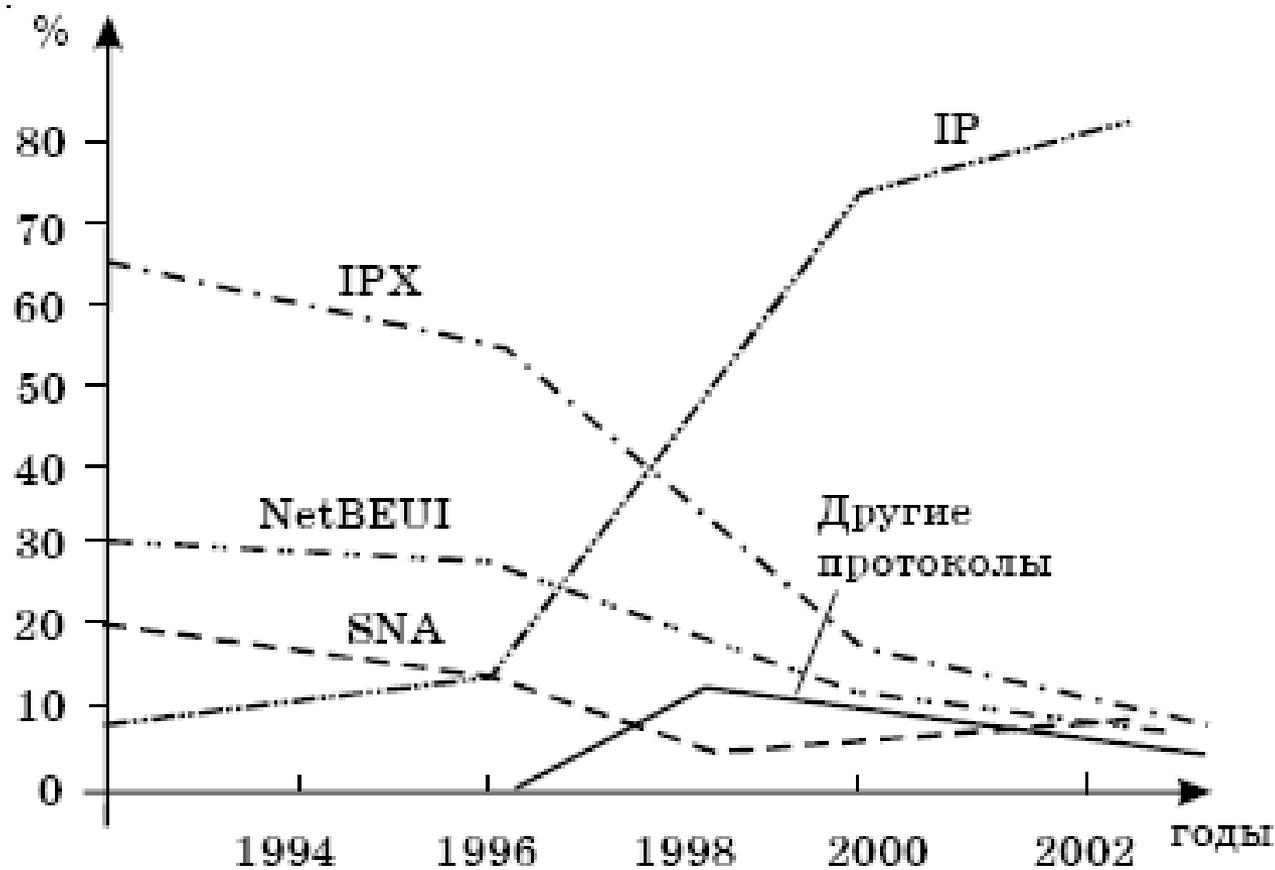
неудачная реализация громоздкость и медлительность первых реализаций.

Сравнение эталонных моделей OSI и TCP/IP

Протоколы OSI, не получили широкого распространения.

Для TCP/IP верно обратное: *модель практически не существует, тогда как протоколы чрезвычайно популярны.*

Доля стеков протоколов в общемировой сетевой базе

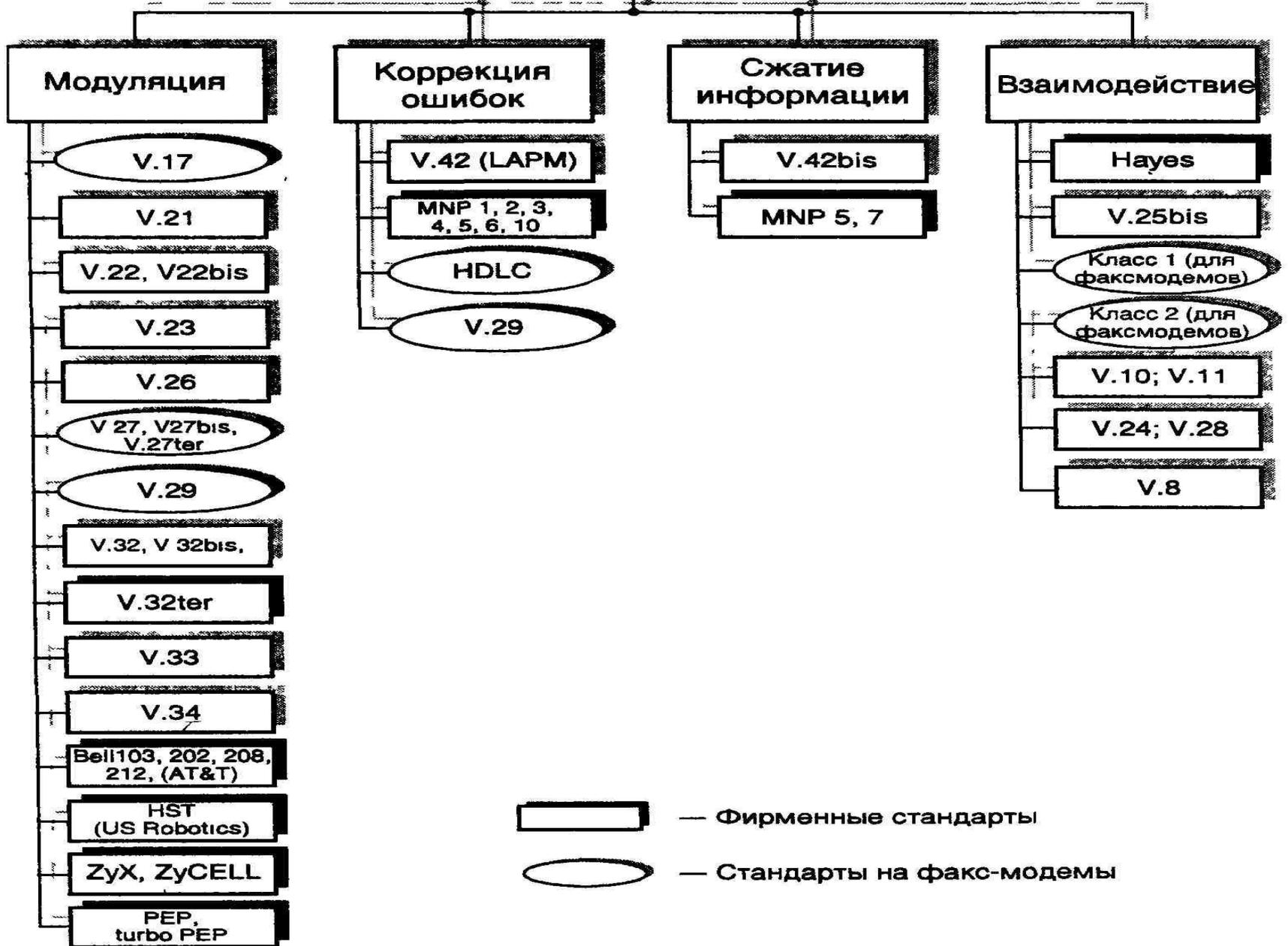


МОДЕМЫ

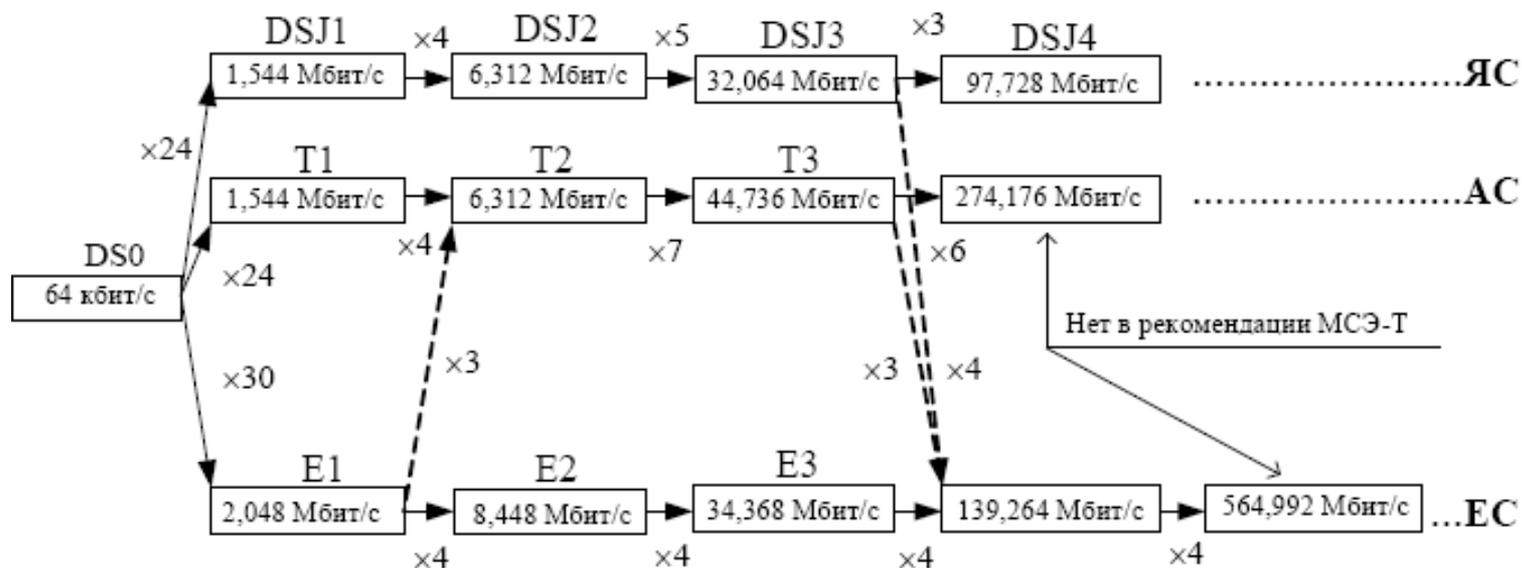


- **DTE (Data Terminal Equipment)** - персональный компьютер, большая ЭВМ (*mainframe computer*), терминал, устройство сбора данных, кассовый аппарат, приемник сигналов глобальной навигационной системы или любое другое оборудование, способное передавать или принимать данные.
- **DCE (Data Communications Equipment)** обеспечивает возможность передачи информации между двумя или большим числом DTE по каналу определенного типа, например по телефонному.

Модемные протоколы



Иерархия цифровых потоков



Скорости потоков SDH/SONET

SDH	SONET	Скорость потока
STM-1	STS-3c	$3 \cdot 51,84 = 155,52$ Мбит/с
STM-4	STS-12c	$12 \cdot 51,84 = 622,08$ Мбит/с
STM-16	STS-48c	$48 \cdot 51,84 = 2488,32$ Мбит/с
STM-64	STS-192	$192 \cdot 51,84 = 9953,28$ Мбит/с

Особенности стандартизации протоколов для локальных сетей

Модель OSI		Модель IEEE 802			
Верхние уровни	Верхние уровни	802.1 Интерфейс с верхними уровнями			
Канальный	LLC	802.2 Управление логическим каналом			
	MAC	802.3 CSMA/CD	802.4 TPMA	802.5 Token Ring	802.6 DQDB
Физический	PHY				
↕	↕	↕	↕	↕	↕
ФСС	ФСС	Моно-канал	Моно-канал	Циклическое кольцо	Моно-канал

- 802.1** - Архитектурная взаимосвязь с ФСС и другими сетями;
- 802.2** – функционирование подуровня LLC на канальном уровне модели OSI.
- 802.3**– Моноканал CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 802.3 также включает технологии Fast Ethernet (100BaseTx, 100BaseFx, 100BaseFl, протокол IEEE **802.3U**) и Gigabit Ethernet (протокол IEEE **802.3z**). До пяти сегментов сети (оптический канал, коаксиальный кабель или витая пара) при помощи повторителей могут соединяться друг с другом. **10BASE-5** (используется толстый коаксиальный кабель с диаметром центрального медного провода 2,17мм) [25,с.201], **10BASE-2** (тонкий коаксиальный кабель с диаметром центрального медного провода 0,89мм), **10BASE-T** (витая пара проводников категории 3 и длиной кабеля до 100 метров) [25,с.208] и **10BASE-F** (оптоволоконный кабель) [25,с.210].
- 802.4** – Моноканал (маркерная шина) **TPMA** (Token Passing Multiple Access) - *Множественный доступ с передачей полномочий (маркера)*; организуется на основе широкополосных каналов.
- 802.5** - **Token Ring** (*маркерное кольцо*) – передача полномочия через неэкранированную витую пару UTP (16 мбит/с); IBM Token Ring 4/16 Мбит/с. FDDI (Fiber Distributed Data Interface) - *Оптоволоконный Распределенный Интерфейс Данных*,– во многом соответствует протоколу 802.5.
- 802.6** – *Распределённая двойная шина с очередями* **DQDB** (Distributed Queue Double Bus); использование мостов.
- 802.7** – Группа по *широкополосным* каналам (уровень 0, ФСС).

•**802.8** – Группа по *оптическим* каналам (уровень 0, FCC). Обсуждение использования оптических кабелей в сетях 802.3 - 802.6, а также рекомендации по установке оптических кабельных систем.

•**802.9** – *Интегрирование СПД и речи*; совместим с ISDN и использует подуровень LLC, определенный в 802.2, а также поддерживает кабельные системы UTP (неэкранированные кабели из скрученных пар).

•**802.10** – *Проблема безопасности данных, модель, кодирование, управление, организация соединений, передача без соединений*.

•**802.11** — стандарт для локальных беспроводных сетей WLAN (Wireless LAN), носящий торговую марку **Wi-Fi** (Wireless Fidelity). Предусмотрена передача сигнала одним из двух методов — прямой последовательности (**DSSS**— Direct Sequence Spread Spectrum) и частотных скачков (**FHSS**— Frequency Hopping Spread Spectrum) — в двух частотных диапазонах: 902-928 и 2400-2483,5 МГц.

•**802.11a.** версия 802.11; **5,5 ГГц**; **OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing; метод квадратурной фазовой модуляции позволяет достичь пропускной способности канала 54 Мбит/с.

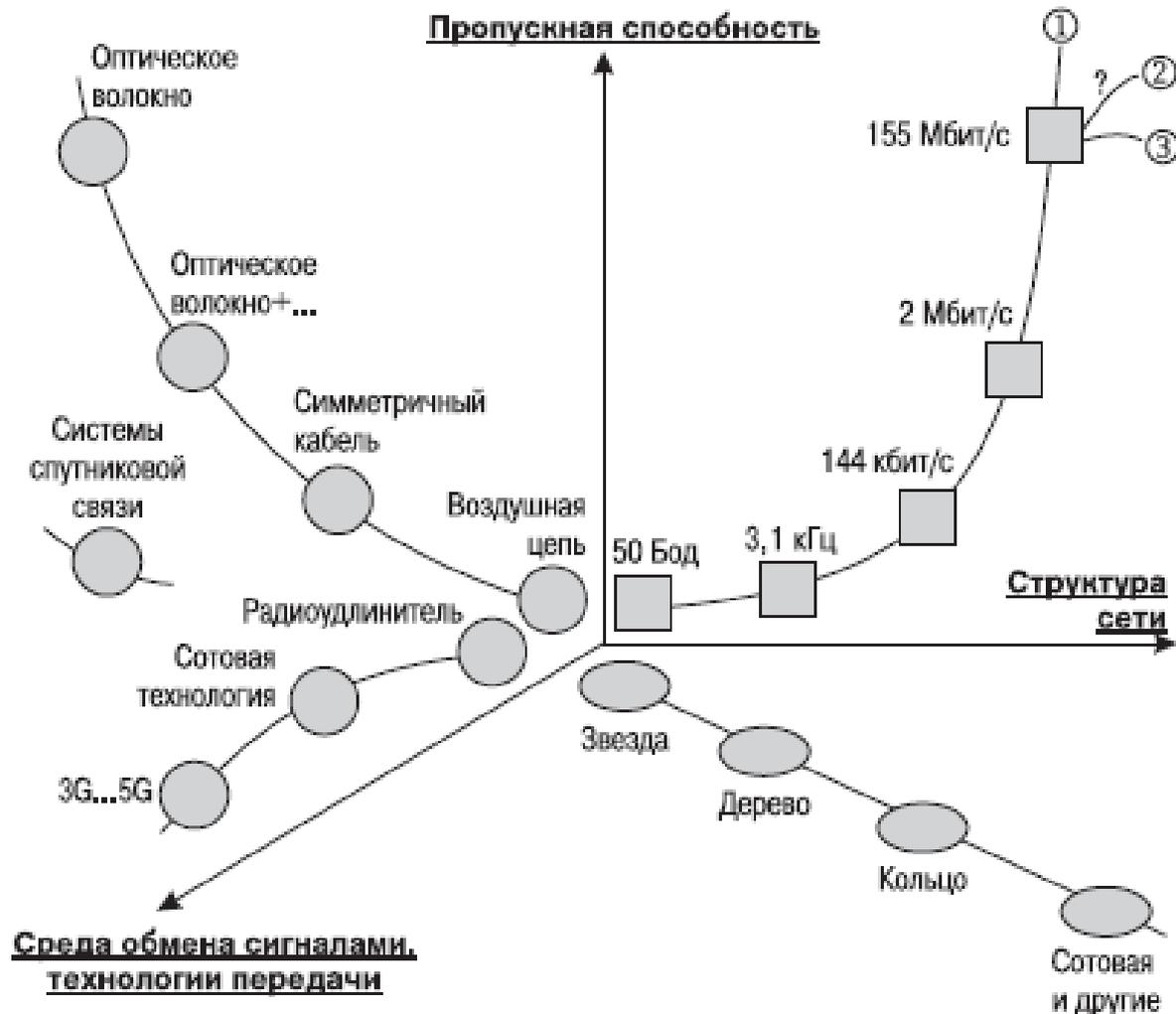
•**802.11b.** Наиболее популярный, он и носит торговую марку **Wi-Fi**. Как и в IEEE 802.11, используется диапазон **2,4 ГГц**. В методе **DSSS**, весь диапазон делится на пять перекрывающихся друг друга поддиапазонов. Биты кодируются последовательностью дополнительных кодов (**Complementary Code Keying**). Пропускная способность канала 11 Мбит/с.

•**802.11c.** Работа **беспроводных мостов**.

- **802.11d.** Требования к физическим параметрам каналов и устройствам на соответствие законодательным нормам различных стран.
- **802.11e.** Средства **мультимедиа**: механизм назначения приоритетов разным видам трафика, таким как аудио- и видео- приложения.
- **802.11f.** Inter Access Point Protocol - **аутентификация** при перемещении клиента между сегментами сети.
- **802.11g.** Повышение пропускной способности канала **до 54 Мбит/с** ; совместимость с начальными версиями (использование диапазона **2,4 ГГц**). Можно считать, что **802.11g** является симбиозом стандартов **802.11a** и **802.11b**.
- **802.11h.** Использование **802.11a** в Европе, где в диапазоне **5 ГГц** работают некоторые **системы спутниковой связи**.
- **802.11i.** **Безопасность беспроводных сетей**, в частности, технология **AES** (Advanced Encryption Standard).
- **802.11j.** Для **Японии** расширяется **802.11a** **добавочным каналом 4,9 ГГц**.
- **802.11n.** Перспективный стандарт, находящийся на сегодняшний день в разработке, который позволит поднять пропускную способность сетей **до 600 Мбит/с**.
- **802.11r.** Универсальная и совместимая система.
- **802.15.** Для беспроводных персональных сетей **WPAN** (Wireless Personal Area Network) с малым, **не более 15 м**, радиусом действия.
- **802.15.1.** Этот стандарт базируется на спецификации **Bluetooth v.1.1** и определяет уровни управления доступом.

- **802.15.2.** Определяет схемы взаимодействия устройств **802.11** и **802.15**.
- **802.15.3. Высокоскоростной стандарт** для высокотехнологичных бытовых устройств: скорость передачи **до 50 Мбит/с** за счет использования полосы **2,4 ГГц** и квадратурной манипуляции фазовым сдвигом со смещением (Offset Quadrature Phase Shift Keying).
- **802.15.4.** Для **низкоскоростных WPAN**, обслуживающих устройства **домашней автоматике** и другие несложные устройства: Скорость передачи не более **250 кбит/с**; **16 каналов** в диапазоне **2,4 ГГц**, **10 каналов** в диапазоне **915 МГц** и **один канал** в полосе **868 МГц**.
- **HomeRF**, также называемый Shared Wireless Access Protocol (**SWAP**), увязывает в единое целое **все беспроводные каналы WPAN** в полосе **2,4 ГГц**. На базе стандартов DECT и IEEE 802.11.
- **ZigBee.** Для домашней беспроводной сети с радиусом действия **до 75 м**.
- **802.16.** Для сетей больших городских территорий **WMAN** (Wireless Metropolitan Area Network). В начальной частотный диапазон **10-66 ГГц**. Используют название **WiMAX** (Worldwide Interoperability for Microwave Access).
- **802.16a.** Главное отличие от основной версии 802.16 - полоса частот передачи **2-11 ГГц**. Радиус действия — до 50 км. Скорость передачи — до 75 Мбит/с.
- **802.16c.** Детализируются профили для диапазона 10-66 ГГц.
- **802.16d.** Уточняются профили взаимодействия для диапазона 2-11 ГГц.
- **802.16e.** Нормирование физического и MAC-уровней для комбинированных фиксированных и мобильных операций, что позволяет упростить роуминг.

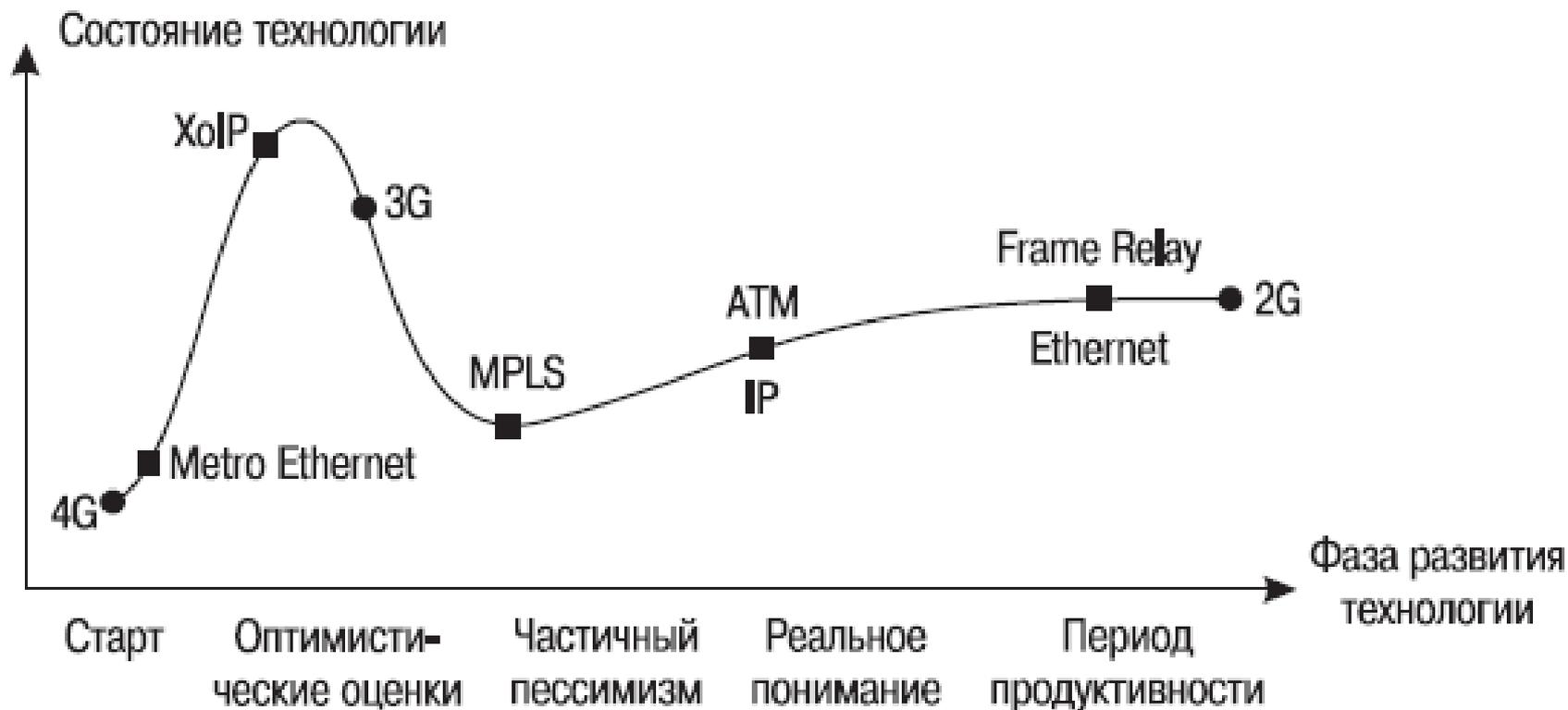
Качественные тенденции развития для уровня иерархии «Сеть абонентского доступа»



Качественные тенденции развития для уровня иерархии «Сеть в помещении пользователя»

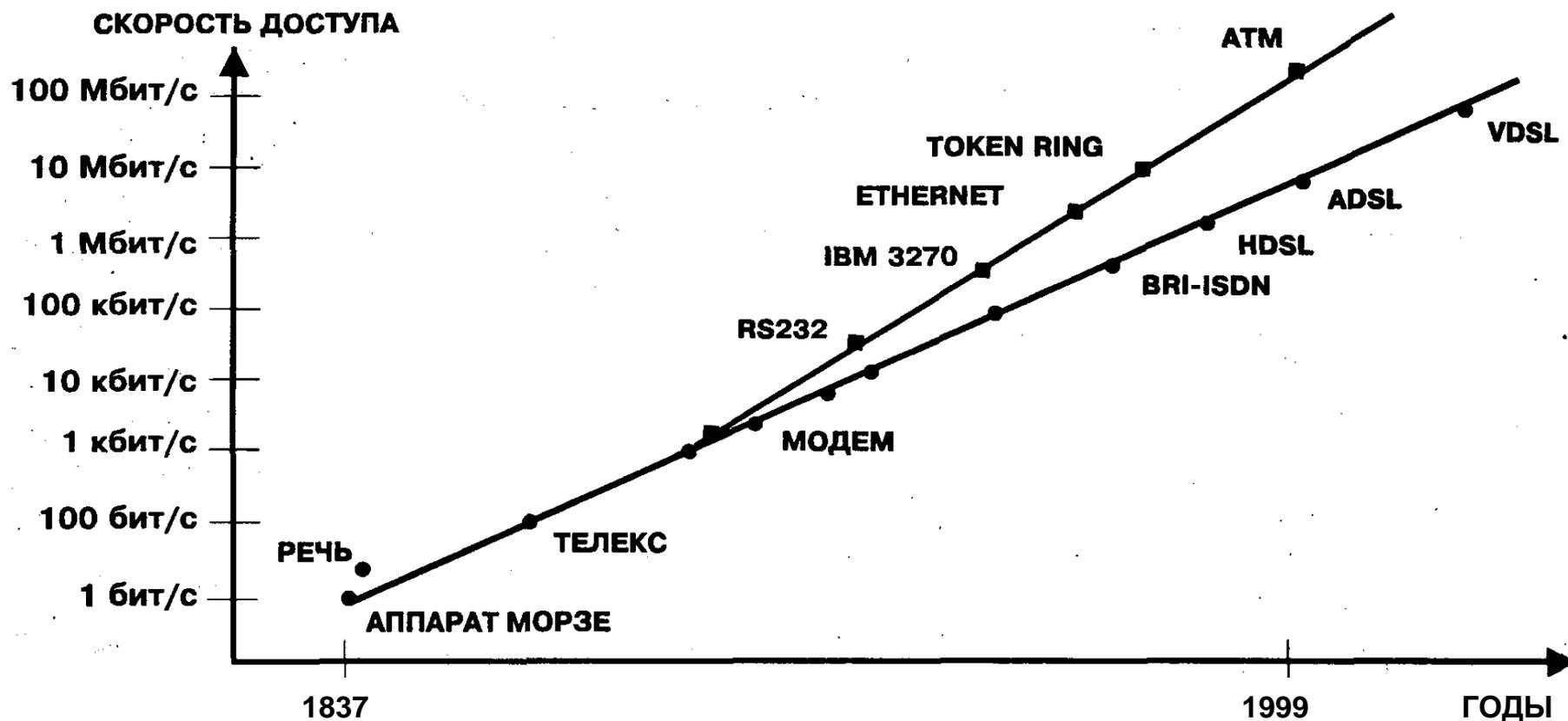


Фазы развития телекоммуникационных технологий



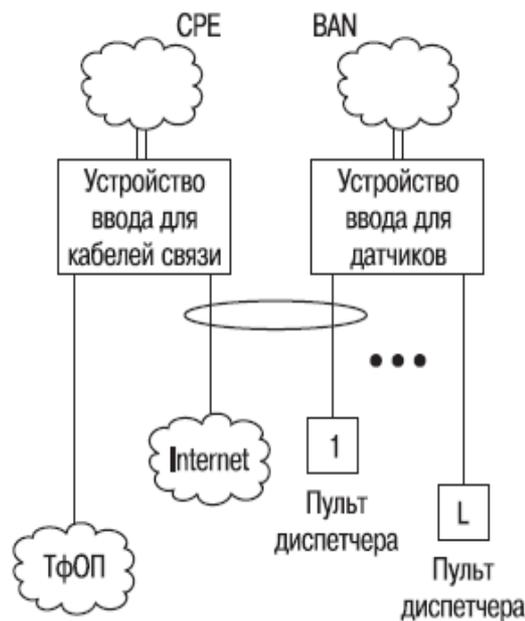
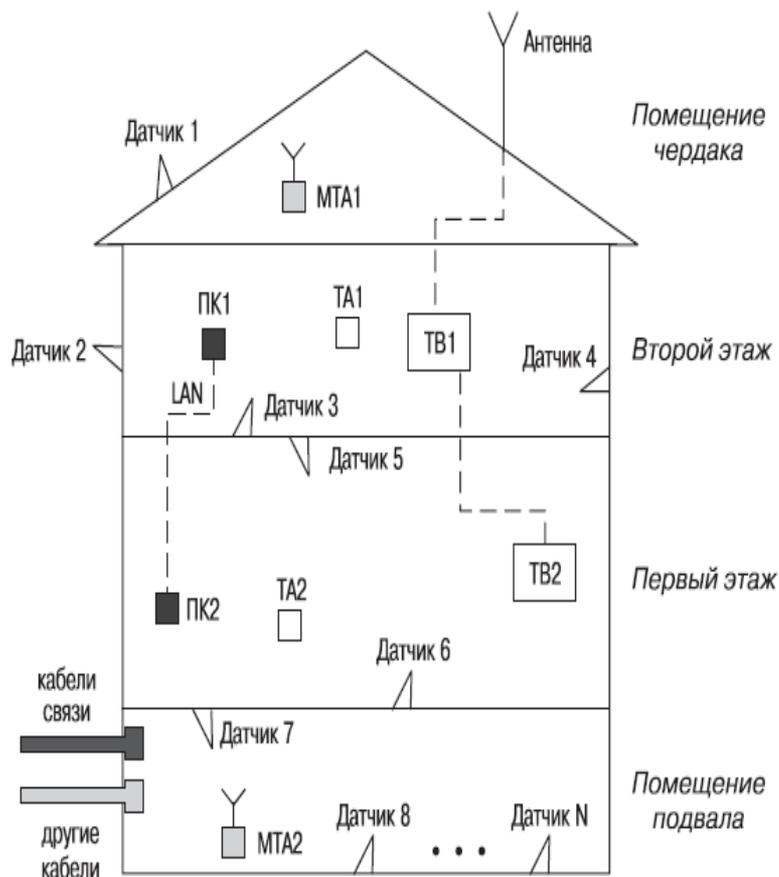
Поколение	1G	2G	2.5G	3G	3.5G	4G
Начало разработок	1970	1980	1985	1990	<2000	2000
Реализация	1984	1991	1999	2002	2006-2007	2008-2010 (?)
Сервисы	аналоговый стандарт, синхронная передача данных со скоростью до 9,6кбит/с	цифровой стандарт, поддержка коротких сообщений (SMS)	большая ёмкость, пакетная передача данных	ещё большая ёмкость, скорости до 2 Мбит/с	увеличение скорости сетей третьего поколения	большая ёмкость, IP-ориентированная сеть, поддержка мультимедиа , скорости до сотен мегабит в секунду
Стандарты	AMPS, TACS, NMT и др .	TDMA, CDMA, GSM, PDC	GPRS, EDGE, 1xRTT	WCDMA, CDMA2000, UMTS	HSDPA	единый стандарт
Ширина канала	1,9 кбит/с	14,4 кбит/с	384 кбит/с	2 Мбит/с	3-14 Мбит/с	1 Гбит/с
Сеть	PSTN*	PSTN*	PSTN*, сеть пакетной передачи данных	сеть пакетной передачи данных	сеть пакетной передачи данных	Интернет

Скорость цифровой передачи по медным линиям связи

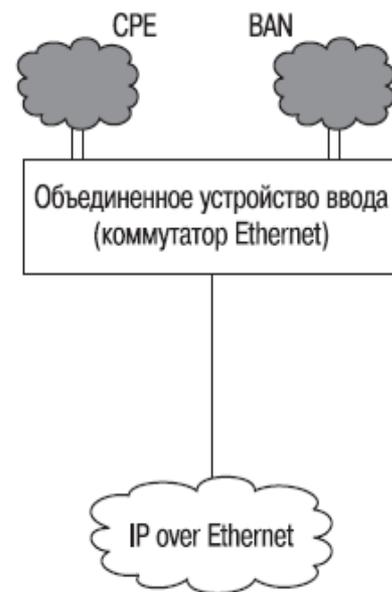


Концепция "Интеллектуальное здание"

Помимо оборудования, которым пользуются абоненты (**телефоны, компьютер, факс и прочее – CPE - Customer Premium Equipment**), в сеть могут объединяться устройства (приборы), работающие **без участия людей (датчики)**. Они входят в состав сети, именуемой аббревиатурой **BAN – Body Area Network**.



а) Создание двух автономных систем



б) Создание интегрированной системы

Концепция NGN

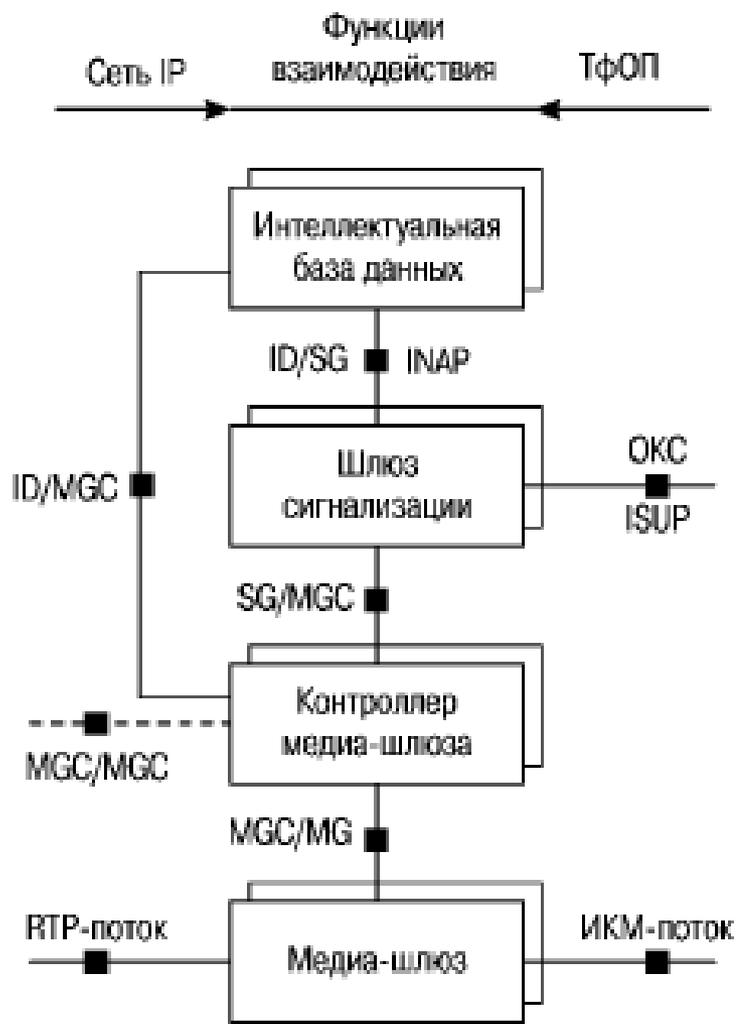


Рисунок 1.31 Архитектура сети NGN по рекомендации МСЭ Y.1001

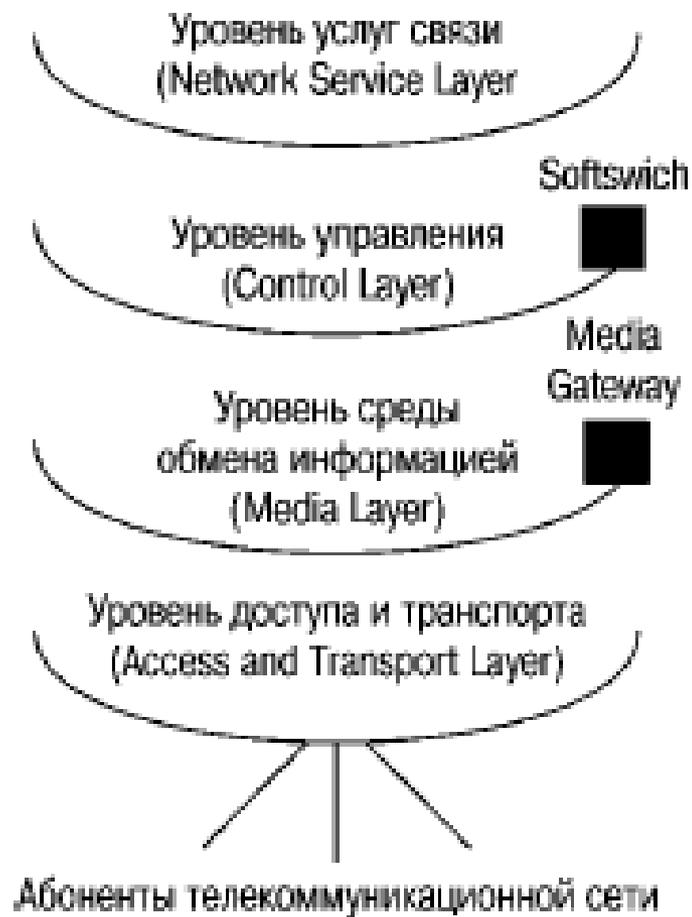


Рисунок 1.32 Архитектура NGN, предложенная компанией Lucent Technologies

Сетевые решения NGN

В концепции NGN предлагаются следующие типовые сетевые решения.

- Выделенная сеть общеканальной сигнализации (**Signalling Overlay Network, SON**).
- IP-транзит (**IP Trunking**).
- IP-доступ (**IP Access**).
- Бизнес-соединения (**Business Connection, BC**).

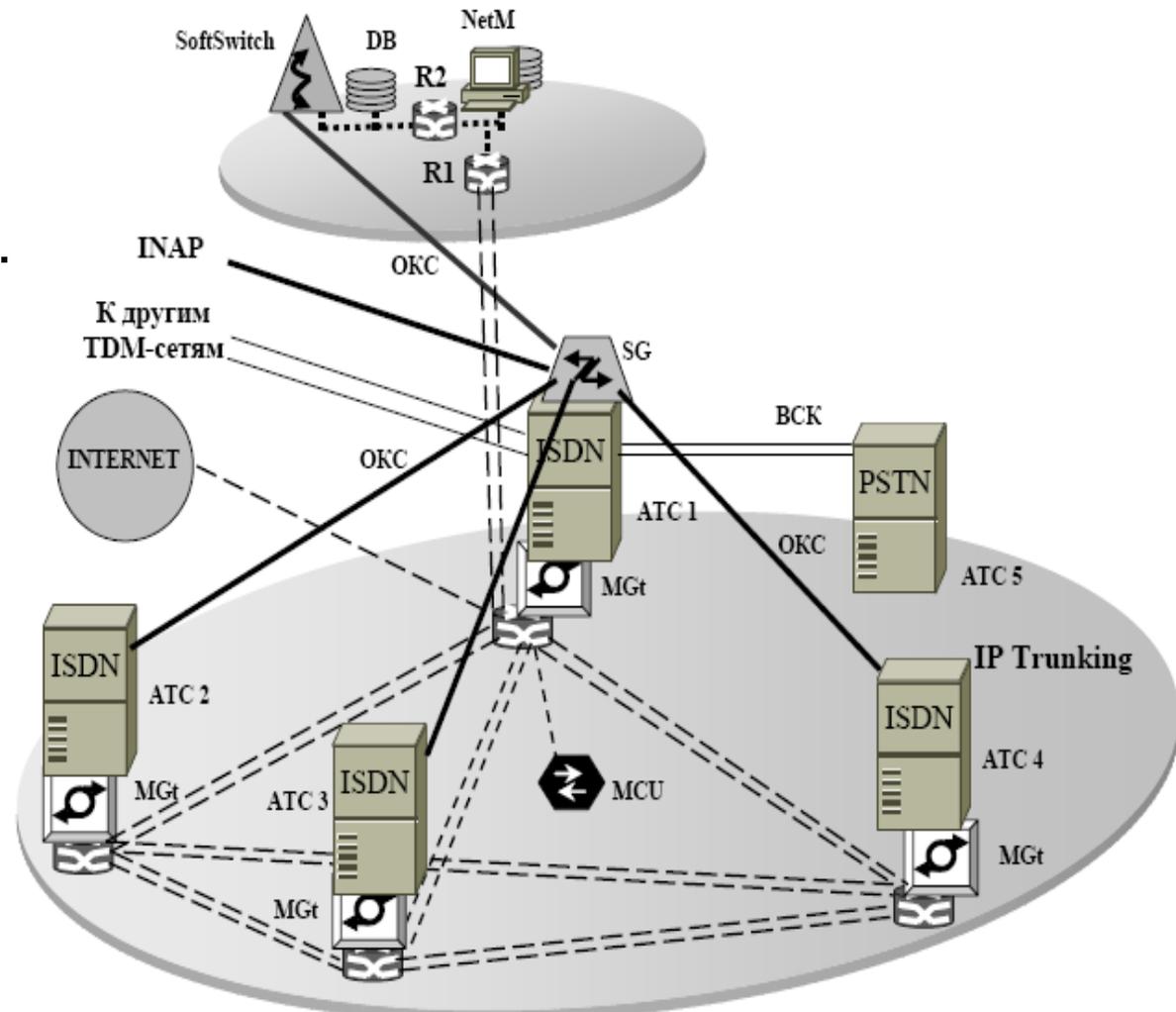


Рис. 3.5. IP-транзит (IP Trunking)

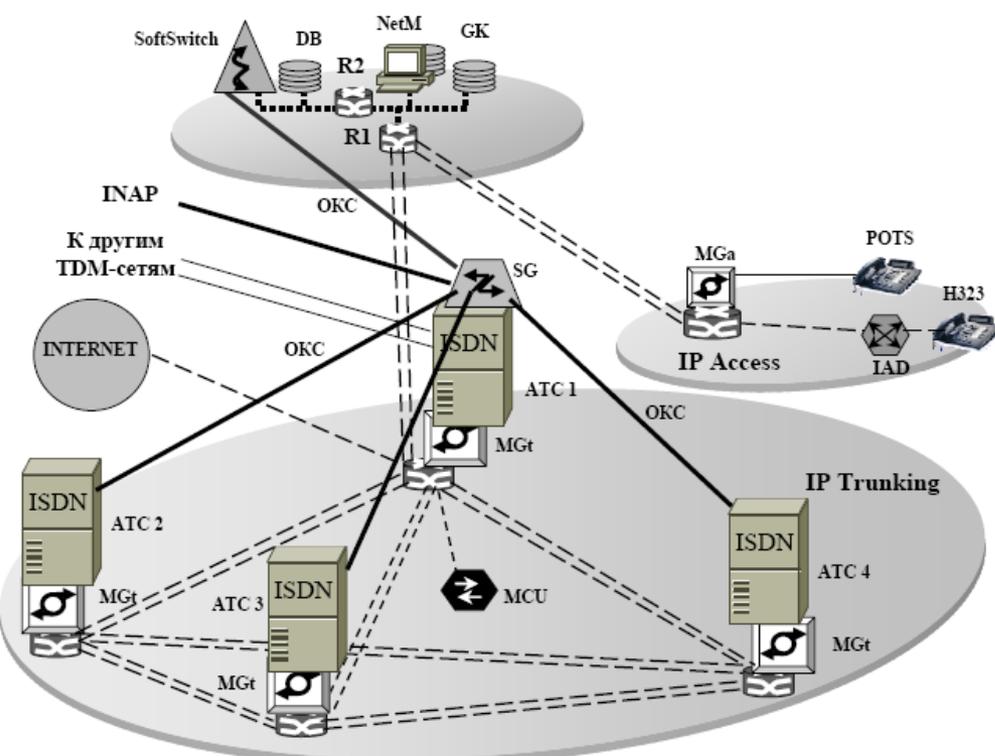


Рис. 3.7. IP-доступ (IP Access)

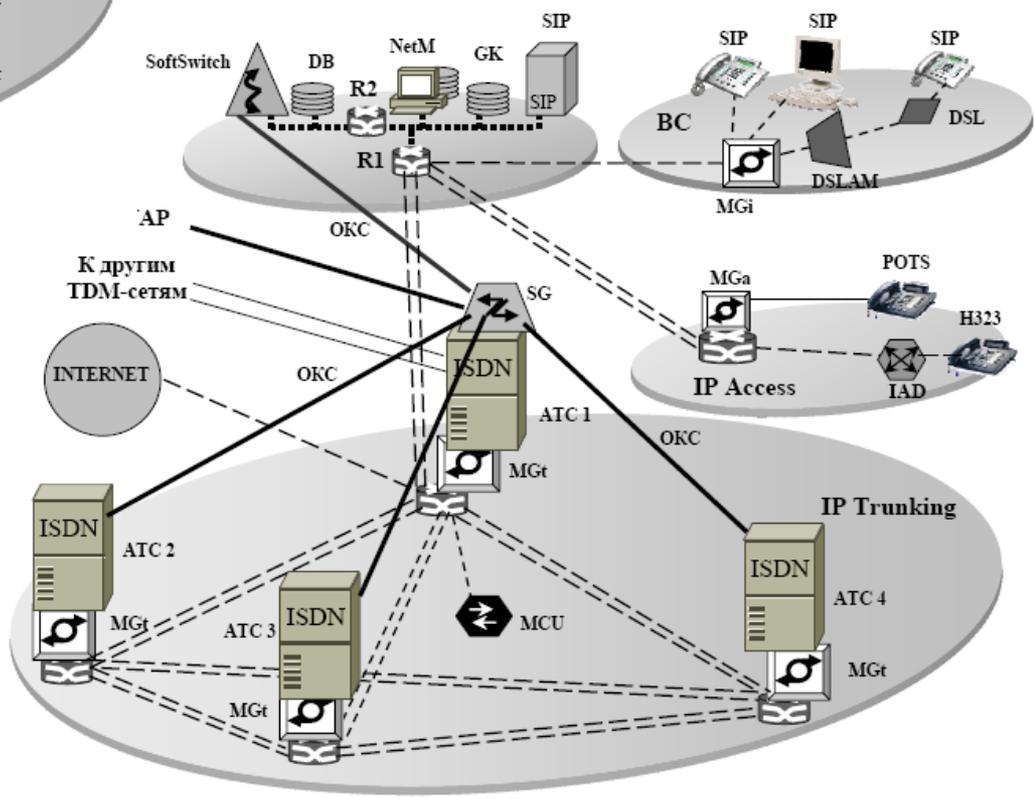


Рис. 3.9. Решение Бизнес-соединения (Business Connection, BC)

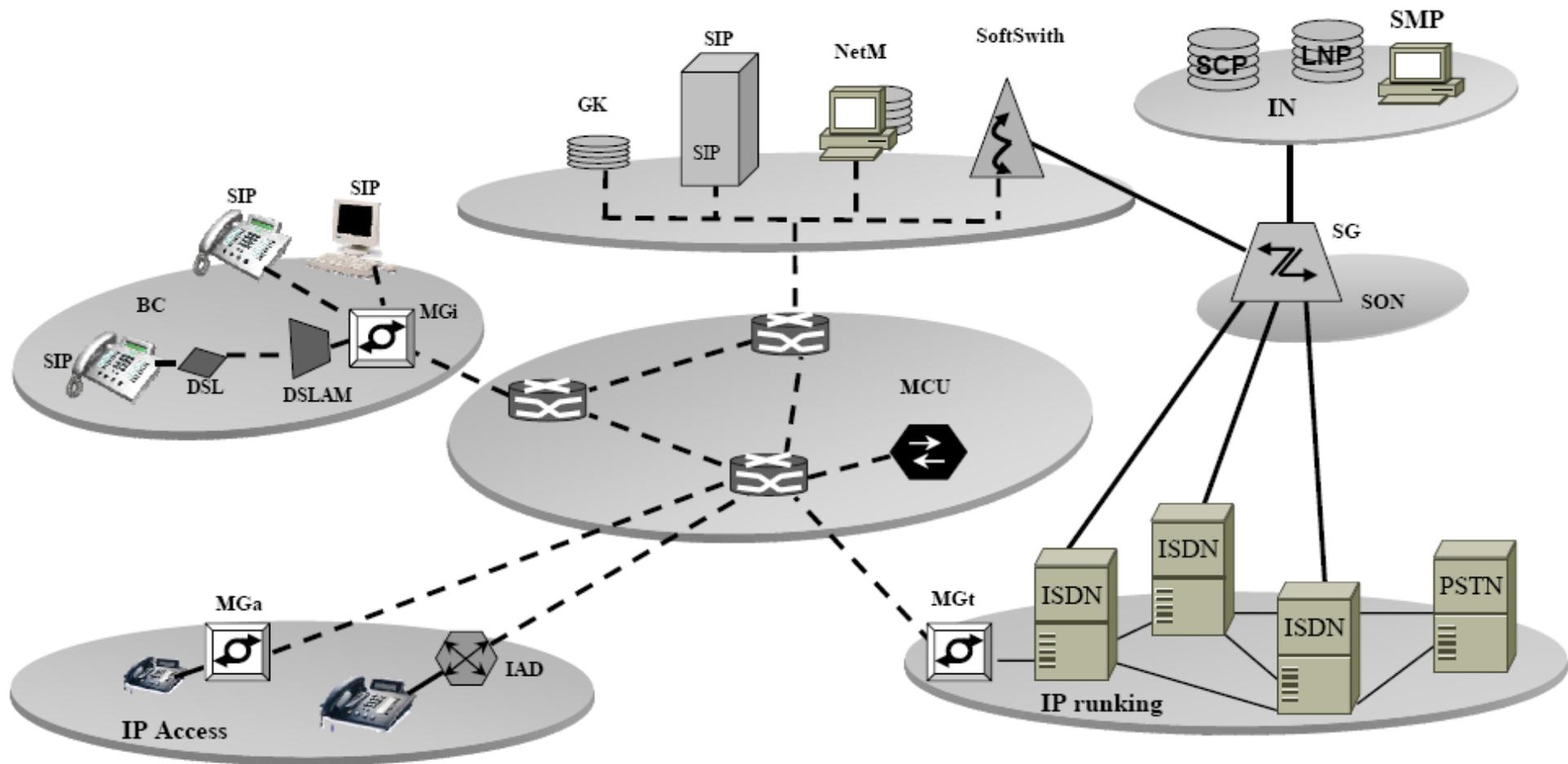


Рис. 3.2. Сетевые решения NGN

GK – менеджер зоны сети H.323, **SIP** – сервер регистрации, переадресации, сервер услуг SIP-сети, **NetM** – система сетевого администрирования, **SoftSwitch** – программный коммутатор, **SCP** – устройство управления услугами, **LNP** – сервер перемещенных номеров, **SMP** – узел сетевого администрирования, **DSL** – модем цифровой абонентской линии, **DSLAM** – мультиплексор абонентского доступа, **MG_i** – IP-шлюз, **MCU** – система голосовых оповещений и конференций, **MG_a** – шлюз доступа, **IAD** – интегральное устройство доступа, **MG_t** – каналный шлюз, **SG** – шлюз сигнализации

Концепции доступа по оптическому волокну

- Существует несколько **концепций** развертывания сети доступа смешанного типа. **Одна** из них предполагает построение абонентской сети **на основе витых медных пар** с использованием преимущественно разновидностей технологий ADSL и VDSL (FTTx + xDSL).
- **Другая** концепция подразумевает доведение оптики до точки концентрации, при этом **распределительная абонентская сеть строится на основе коаксиальных кабелей**. Данная архитектура не получила широкого распространения и применяется обычно лишь операторами кабельного телевидения. И в том, и в другом случае сети доступа базируются на основе концепции FTTx.
- **FTTx — это своеобразное подмножество трех видов доступа:**
- **Fiber To The Curb (FTTC)** — доведение кабеля с ОВ до распределительной коробки (оптика до группы домов);
- **Fiber To The Building (FTTB)** — доведение кабеля с ОВ до здания (подразумевается многоквартирный дом или офис);
- **Fiber To The Home (FTTH)** — доведение кабеля с ОВ до дома (имеется в виду индивидуальный, частный дом).

Возможные варианты концепции FTТх:

- 1.FTTA** (*Fiber To The Apartment*) — доведение кабеля с ОВ до жилого дома (квартиры);
- 2.FTTCab** (*Fiber To The Cabinet*) — доведение кабеля до распределительного шкафа (понятие, либо аналогичное FTТС, либо обозначающее дальнейшее развитие FTТО);
- 3.FTTD** (*Fiber To The Desk*) — доведение кабеля с ОВ до рабочего места;
- 4.FTTE** (*Fiber To The Telecom Enclosure*) — доведение кабеля с ОВ до телекоммуникационного узла;
- 5.FTTEх** (*Fiber To The Exchange*) — доведение кабеля с ОВ до помещения АТС для разделения емкости АТС на части с сохранением имеющейся структуры медно-проводной сети или для развертывания новых сетей альтернативных операторов связи;
- 6.FTTK** (*Fiber To The Kerb*) — понятие, либо аналогичное FTТС, либо обозначающее дальнейшее развитие FTТО;
- 7.FTTL** (*Fiber To The Loop*) — использование кабеля с ОВ на абонентской линии;
- 8.FTTN** (*Fiber To The Node*) — доведение кабеля с ОВ до узла;
- 9.FTТО** (*Fiber To The Office*) — доведение кабеля с ОВ до офиса (дальнейшее развитие FTТВ до каждого из офисов, расположенных в здании);

10. FTTOpt (*Fiber To The Optimum*) — доведение кабеля с ОВ до некой оптимальной с точки зрения оператора и (или) пользователя точки, где скорость по абонентской линии удовлетворительная как для оператора, так и для пользователя;

11. FTTP (*Fiber To The Premises*) — доведение кабеля с ОВ до помещения клиента (интегральный вариант FTTH и FTTB);

12. FTTR (*Fiber To The Remote*) — доведение кабеля с ОВ до удаленного модуля, пользователя, концентратора, мультиплексора или УАТС;

13. FTTT (*Fiber To The Terminal*) — доведение кабеля с ОВ до оборудования потребителя;

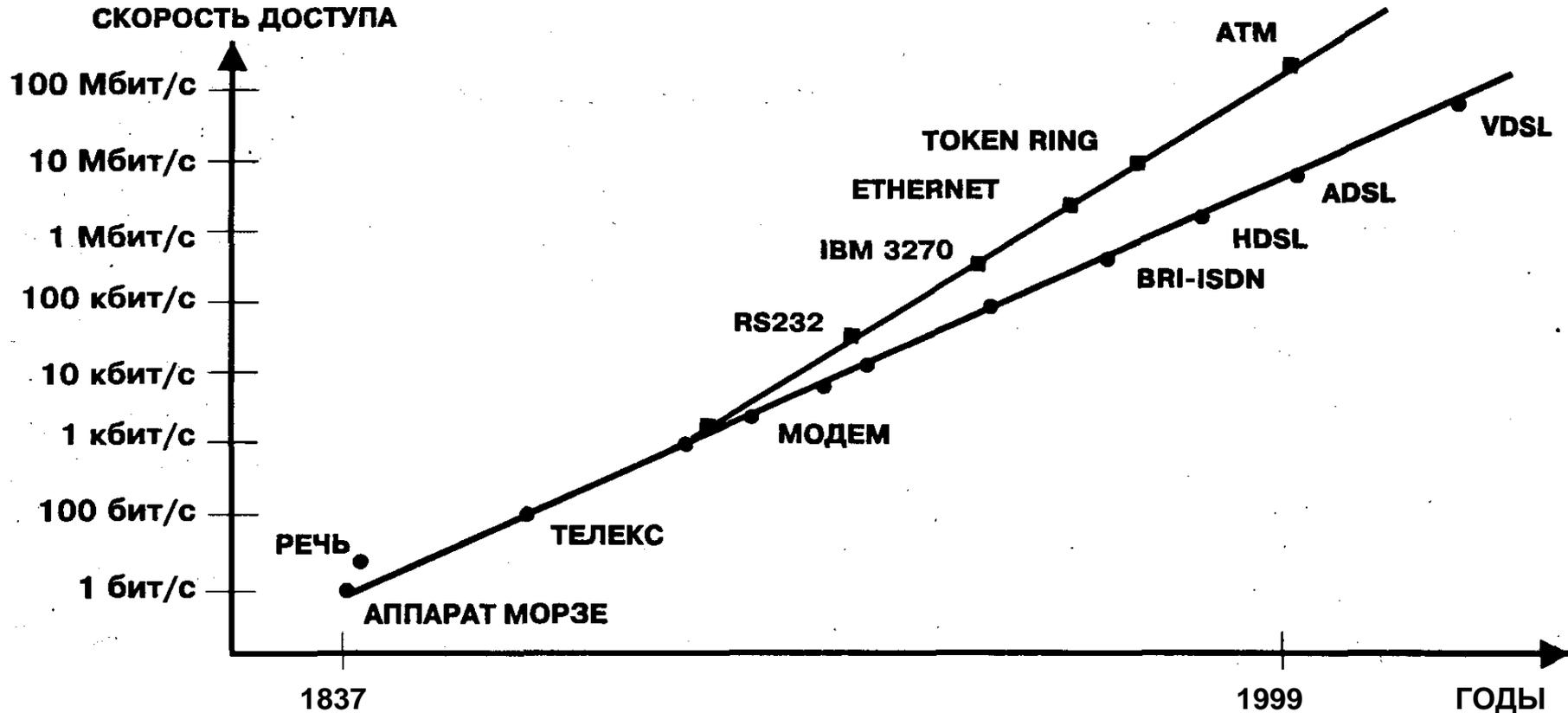
14. FTTU (*Fiber To The User*) — доведение кабеля с ОВ до пользователя;

15. FTTW (*Fiber To The Workplace*) — доведение кабеля с ОВ до рабочего места (объединяет решения FTTO и FTTD);

16. FTTZ (*Fiber To The Zone*) — доведение кабеля с ОВ до центра некоторой зоны абонентского доступа.

Наряду с FTТх существует подобная ей концепция организации распределительной сети внутри здания — **FITB** (*Fiber In The Building*).

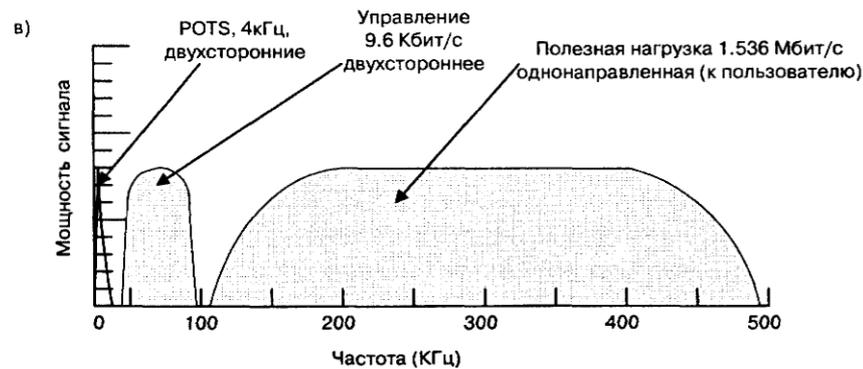
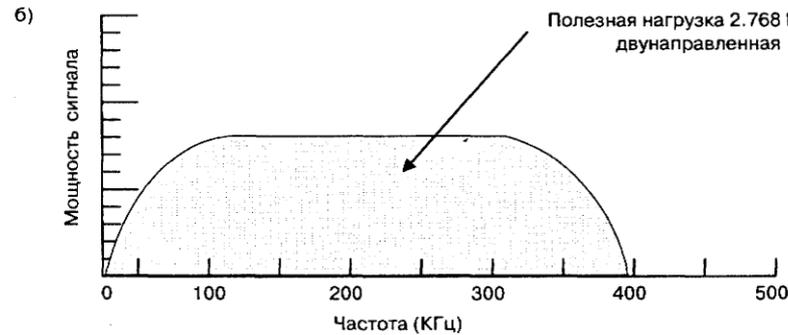
Скорость цифровой передачи по медным линиям связи



Вид передачи	Обозначение	Варианты	Название	Код	Число пар	Число каналов	Скорость передачи по линии, Мбит/с	Дистанция, км	Примечание	
симметричный	IDSL		DSL на базе ISDN	2B1Q 4B3T	1	1	0,144			
	HDSL	SDSL	Single pair DSL	2B1Q	1	1	E1	до 4, Ø4	ETSI	
		HDSL	High bit rate DSL	2B1Q	2,3	1	T1	до 4,5, Ø4	ANSI	
	CAP			1,2	1		выигр, (15-20)%			
	MSDSL	MDSL	Multi rate DSL	2B1Q			0,16-0,784			
		MSDSL	Multi rate Symmetric DSL	CAP			0,16-2,32			
	G.shdsl	HDSL2			TC-PAM			T1	выигрыш (15-20)%	TIE1.4 ANSI
		SDSL	Symmetric DSL					до 2		ETSI TS 101524
		G.shdsl						0192-23 (0,384-4,6)		G.991.2, февр,2001
	асимметричный	ADSL	ADSL	Asymmetrical DSL	CAP DMT	2	1	до 8 (D) 0,64 (U)		
G.Lite, ADSL-Lite							до 1,5 (D) 0,384 (U)		без разветвителя	
RADSL			Rate adaptive ADSL	CAP			1-8 (D) 0,375-1 (U)		TR-59 ANSI	
симметричный/асимметричный	VDSL	VDSL	Very high speed DSL				1,6-52 (D) 1,6-26 (U)	до 0,3		
		VDSL.Lite								
асимметричный	Megatrans			CAP	2	1		l _{регенер} =22 км МКС 7×4×1,2	регуловня, адапт. сист. Согласования с линией	

Использование спектра:

(а) DSL ISDN; (б) HDSL; (в) ADSL



Организация цифровой транспортной сети с помощью WiMAX технологии

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access) — телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Основана на стандарте IEEE 802.16, который так же называют WirelessMAN.

Стандартом 802.16 определены несколько режимов работы сетей WiMAX:

- **Fixed WiMAX - фиксированный доступ;**
- Nomadic WiMAX - сеансовый доступ;
- Portable WiMAX - доступ в режиме перемещения;
- Mobile WiMAX - мобильный доступ.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!