



**Военная кафедра
КазНТУ им. К.Сатпаева**

**Цикл
автоматизированных
систем управления войсками
и информационной защиты**





Учебная дисциплина

«Сети ЭВМ и телекоммуникации в АСУВ»

Тема 2: «Средства телекоммуникаций»

Занятие 10: «Телекоммуникационные сети»

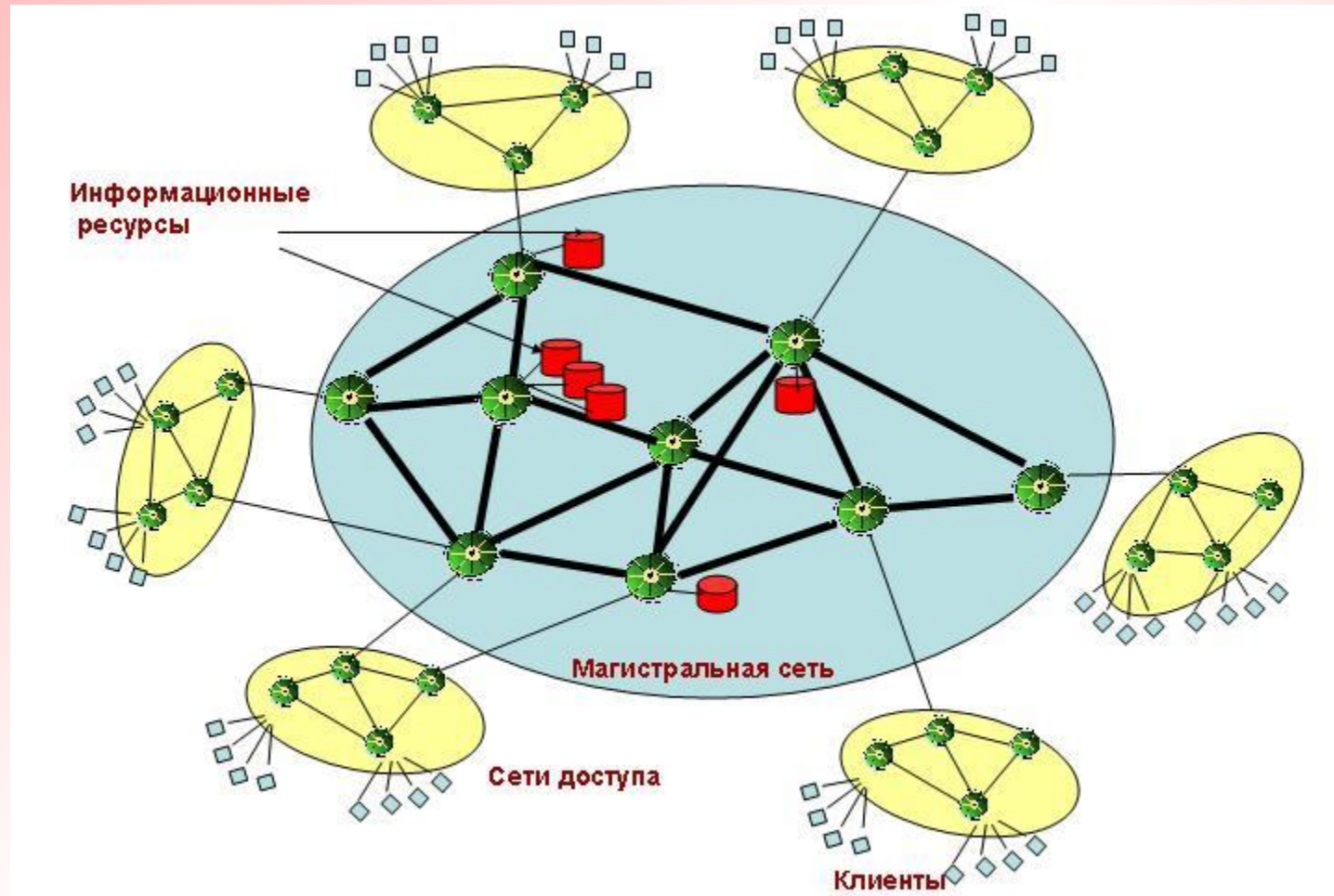


Учебные вопросы:

- 1. Классификация телекоммуникационных сетей.**
- 2. Передача данных на основе телефонных сетей.**
- 3. Модемная связь.**
- 4. Цифровые сети с интегральным обслуживанием.**
- 5. Технология xDSL.**

Вопрос 1.

Классификация телекоммуникационных сетей



В зависимости от вида передаваемых данных **телекоммуникационные сети (ТКС)** делятся на:

▶ аналоговые сети;

▶ цифровые сети.

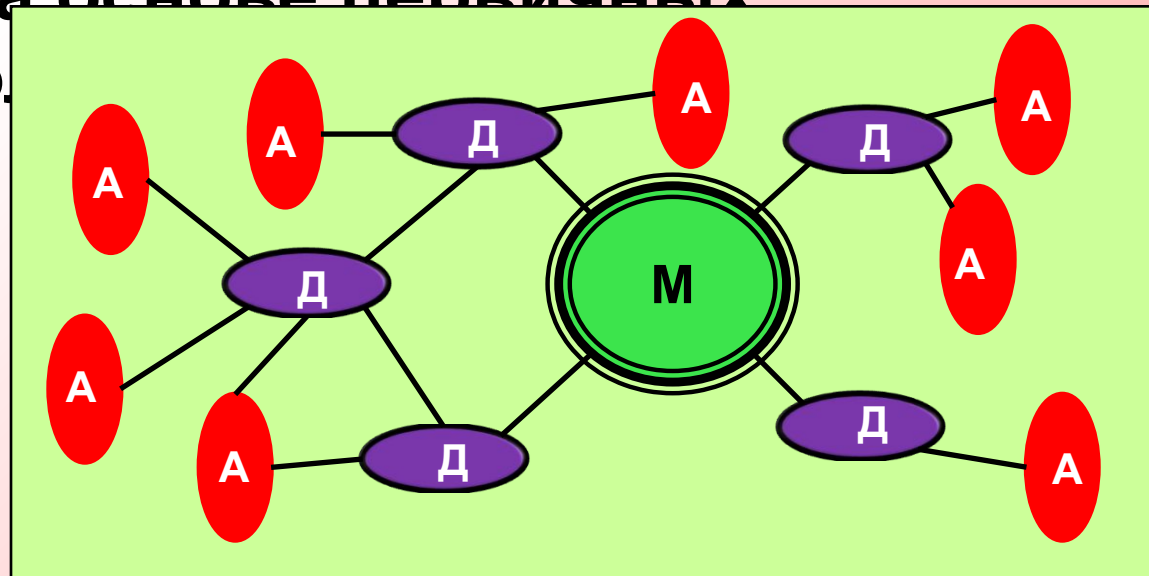
К современным ТКС сетям предъявляются **два основных требования:**

▶ **интеграция** - возможность передачи в сети данных разных типов (неоднородного трафика), предъявляющих разные требования к качеству передачи;

▶ **высокие скорости передачи** за счет использования широкополосных каналов связи.

В ТКС выделяют несколько **уровней иерархии**:

- ▶ **абонентские сети (А)** - домашние, офисные и корпоративные сети на основе LAN или WAN;
- ▶ **сети доступа (Д)** - объединяют потоки от нескольких абонентских сетей в единый поток, направляемый в магистральную сеть;
- ▶ **магистральная сеть (М)** - высокоскоростная широкополосная сеть на основе первичных транспортных сетей (волоконно-оптических, спутниковых и т.д.).



Сети доступа могут быть построены на основе:

- ▶ коммутируемых каналов - традиционные аналоговые телефонные сети (ТфОП) и цифровые сети ISDN;
- ▶ выделенных каналов - от аналоговых каналов ТЧ с полосой пропускания 3,1 кГц до цифровых каналов SDH с пропускной способностью десятки Гбит/с;
- ▶ коммутации пакетов - технологии X25, Frame Relay, ATM, а также TCP/IP (Internet).

Магистральные сети строятся обычно на основе выделенных цифровых каналов с пропускными способностями до десятков Гбит/с.

Сети доступа и магистральные сети образуют **транспортную (опорную) систему**, назначение которой - быстрая и надежная доставка данных.

Транспортные системы на основе выделенных каналов можно разбить **на 2 класса**: цифровые (цикловые) и аналоговые (нецикловые).

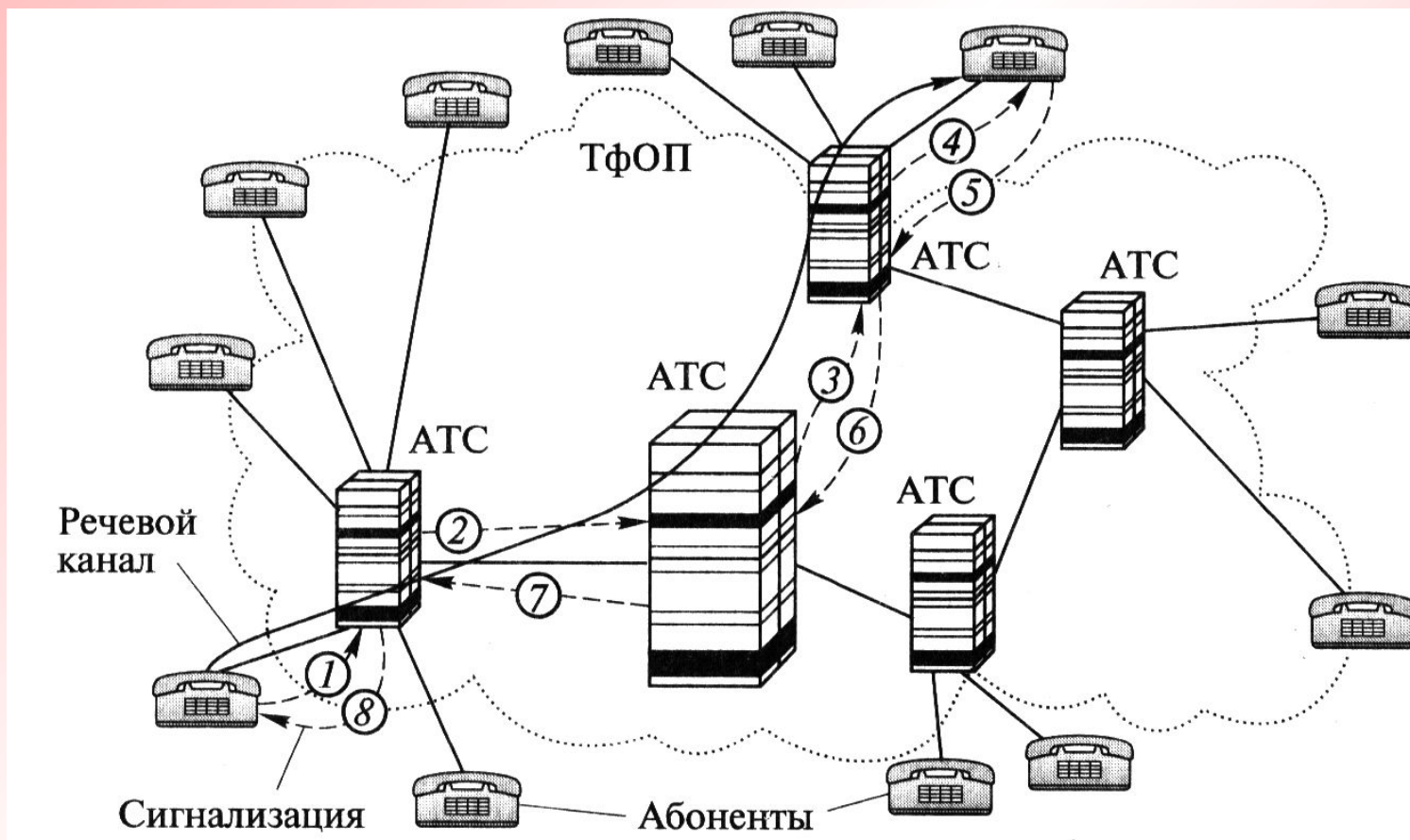
Аналоговые транспортные системы реализуются в основном на основе существующих ТЛФ каналов.

Цифровые транспортные системы могут быть реализованы на основе следующих технологий:

- ▶ плездохронные (PDH);
- ▶ синхронные (SDH);
- ▶ асинхронные (ATM).

Вопрос 2.

Передача данных на основе телефонных сетей



Телефонная сеть - ТЛФ станции разных уровней - сельские, городские, междугородные и т.д.

АТС - автоматическая ТЛФ станция, основной функцией которой является коммутация потока речевых (телефонных) данных.

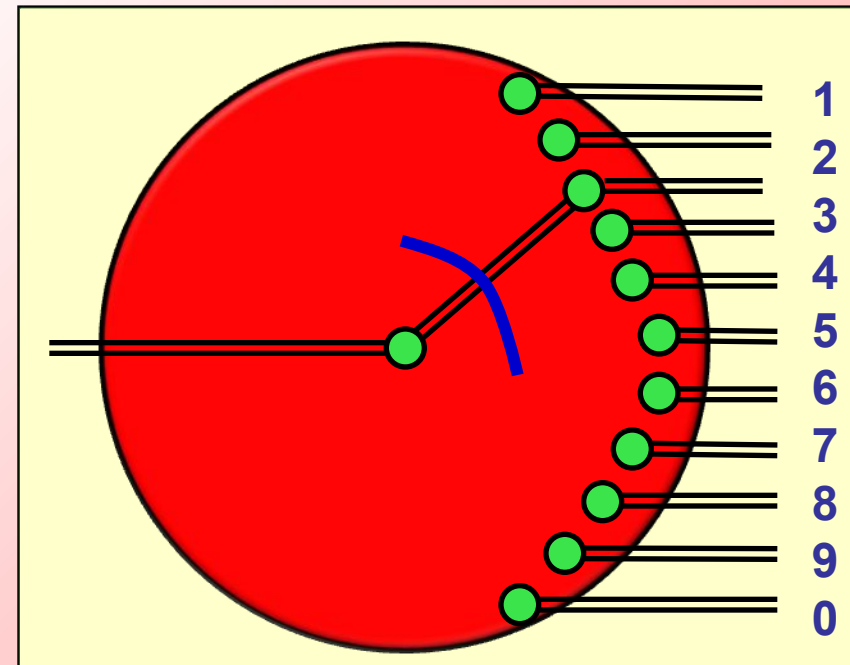
Эволюция АТС – см. рис.



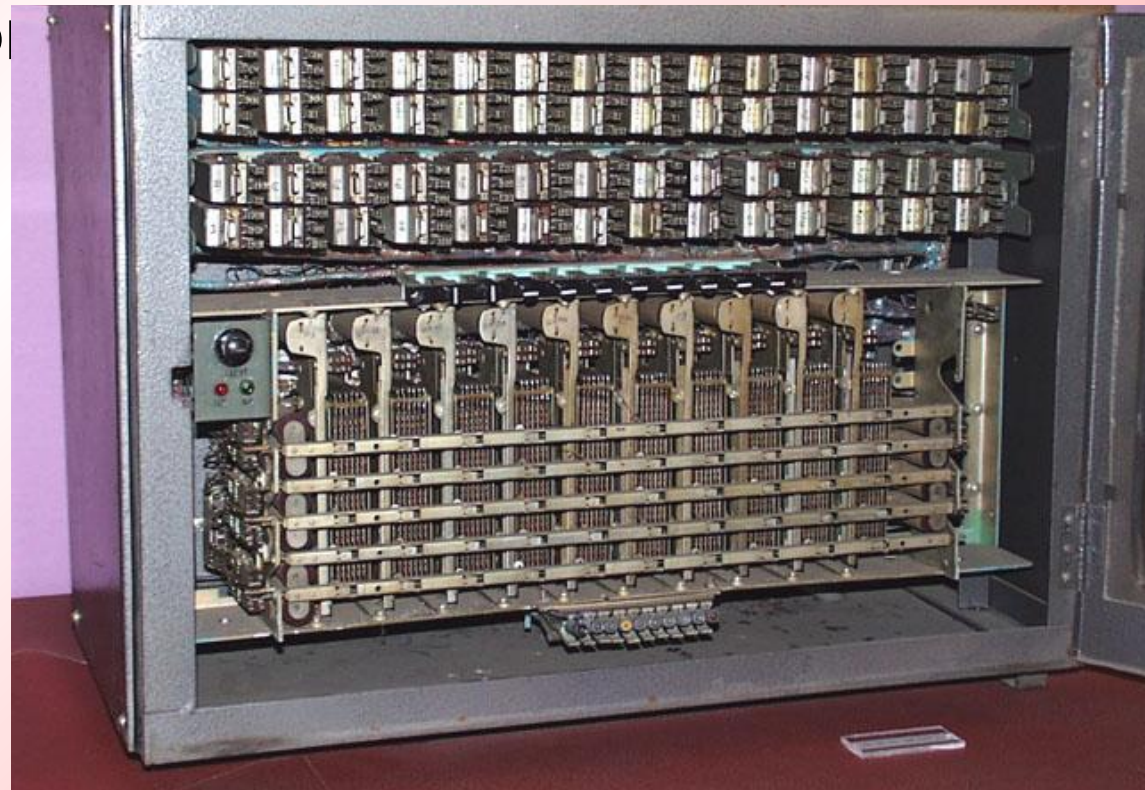
Декадно-шаговые АТС - коммутационным элементом является **декадно-шаговый искатель** - набор из 10 контактов, которые замыкаются бегунком в зависимости от поданного числа **электрических импульсов**.

При подаче одного импульса бегунок замыкает контакт 1, двух - контакт 2, ..., десяти импульсов - контакт 0.

Работа электромеханических контактов приводит к **сильным помехам**, что осложняет передачу цифровых данных и не позволяет достичь приемлемой скорости передачи.



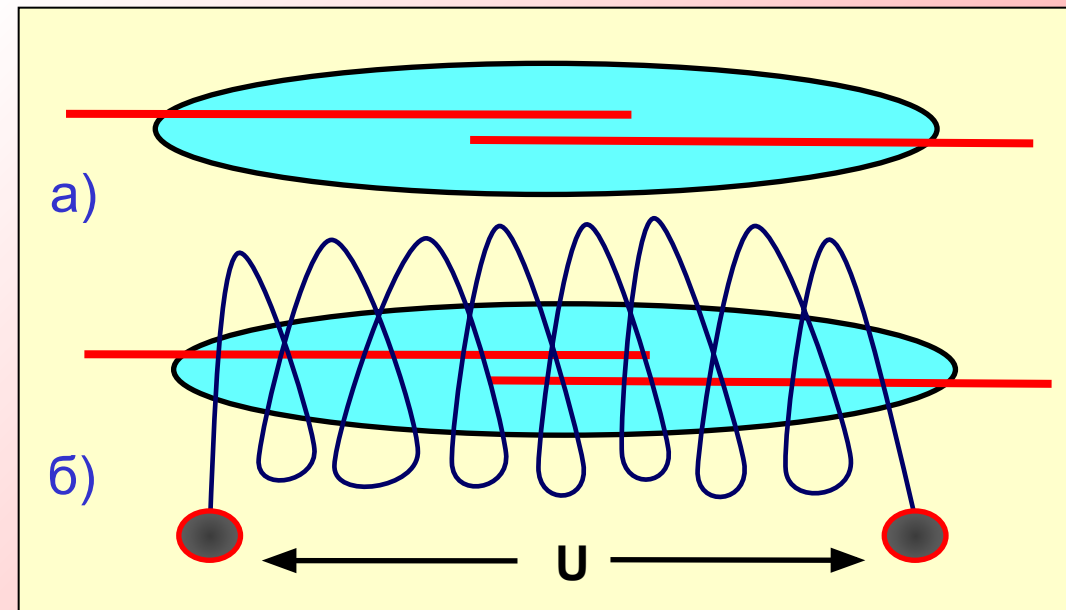
Координатные АТС - коммутационным устройством являются многократные координатные соединители (МКС) - реле, имеющие по сравнению с декадно-шаговыми искателями более простое устройство, что позволяет удешевить эксплуатацию коммутационного оборудования и обеспечить более высокое качество коммутации разговороно



Квазиэлектронные АТС - коммутационное устройство реализовано на основе **герконов**, а управление им - микропроцессорными средствами.

Герконы (герметичный контакт) - пара ферромагнитных контактов, запаянных в герметичную стеклянную колбу (рис.а), которые вместе с **электромагнитной катушкой** образуют **герконовое реле**.

При прохождении тока через электромагнитную катушку **контакты замыкаются**, формируя электрическую цепь для передачи данных (рис.б).



Цифровые (электронные) АТС - коммутация и управление **полностью цифровые**.

Аналоговый сигнал **оцифровывается** и передаётся внутри АТС и между АТС в цифровом виде, что **гарантирует** отсутствие затухания и уменьшает влияние помех на передаваемые данные.

Это обеспечивает **качественную передачу** данных с **максимальной скоростью**



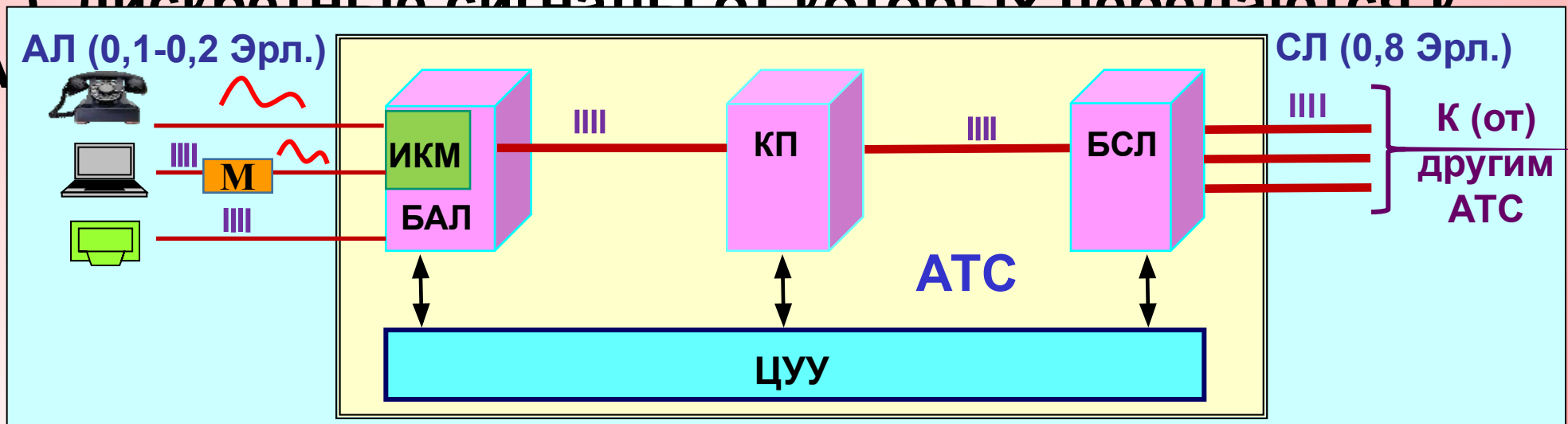
Структура электронной АТС

БАЛ - блок абонентских линий (АЛ) - обслуживает абонентов, таких как:

► **обычные аналоговые телефоны** - передают данные в виде непрерывных сигналов по аналоговым АЛ;

► **компьютеры**, сигналы от которых преобразуются модемами в непрерывные и передаются по аналоговым АЛ;

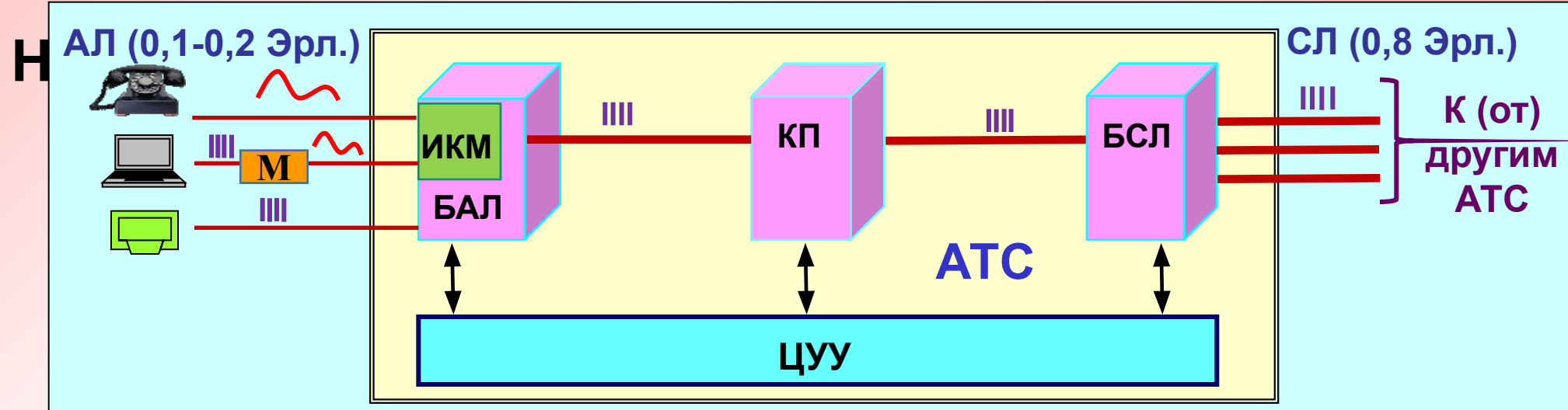
► **цифровое оборудование** (компьютеры, принтеры и т. п.) - дискретные сигналы от которых передаются к



Аналоговые сигналы, поступающие от абонентов, с использованием импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) преобразуются **в цифровой вид.**

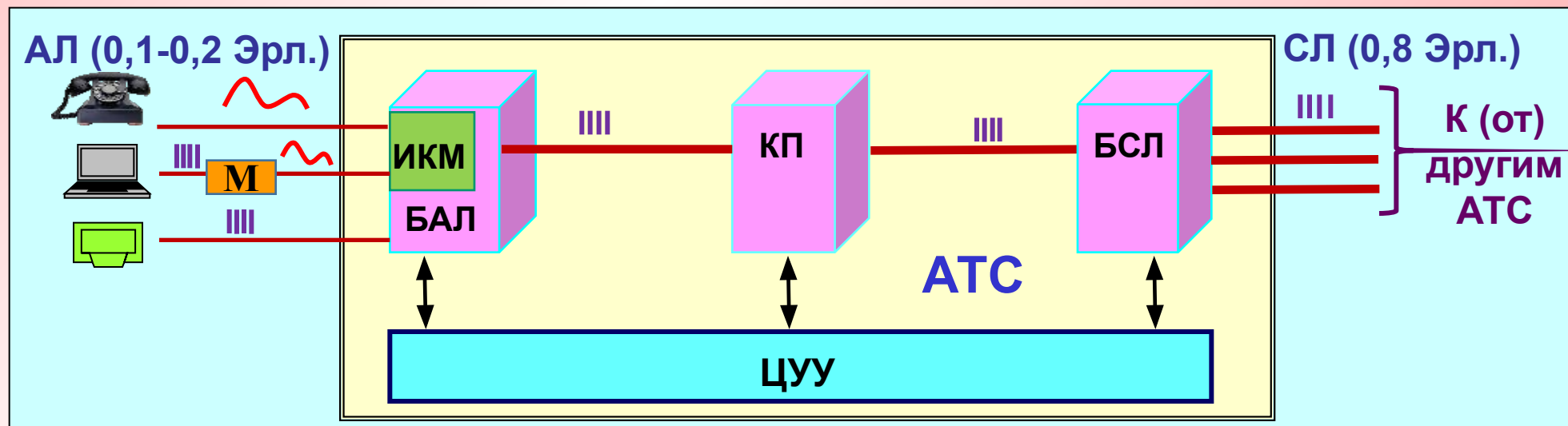
Уровень нагрузки в телефонии измеряют **в Эрлангах (Эрл.)** - в честь основоположника методов расчёта ТЛФ нагрузки - **Агнер Крааруп Эрланг** – датский математик и инженер.

1 эрланг (1 Эрл) - непрерывное использование одного голосового канала в течение 1 часа.



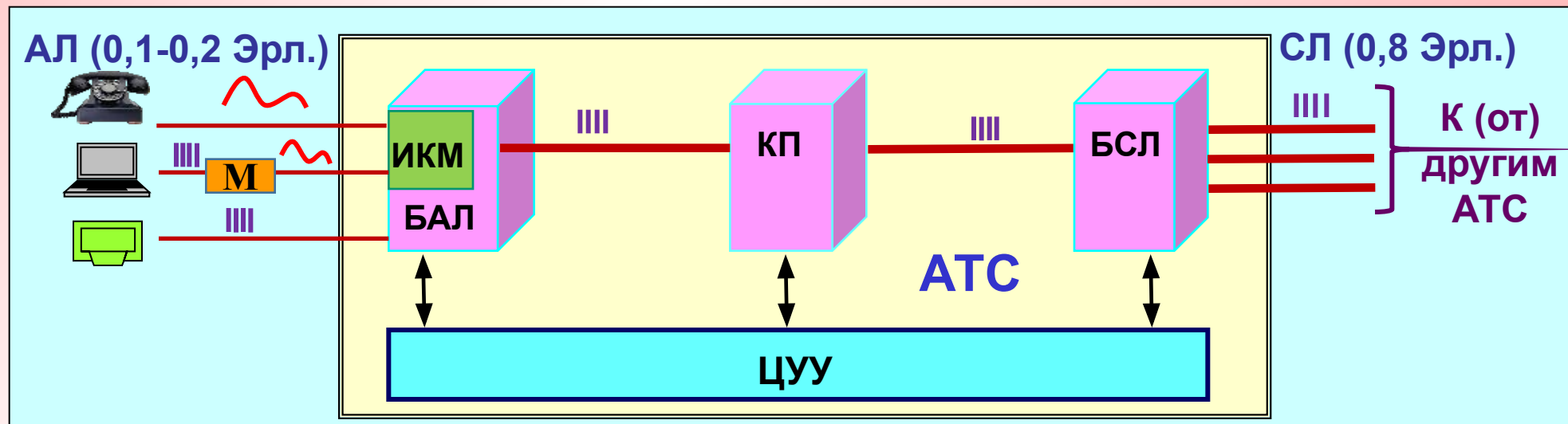
БСЛ - блок соединительных линий (СЛ), обеспечивающих **связь с другими АТС**. При связи с другой цифровой АТС сигналы по СЛ передаются в цифровом виде. Если же соседняя АТС является аналоговой, то цифровые сигналы **преобразуются** в аналоговый вид.

При расчёте необходимого количества СЛ нагрузка на одну СЛ принимается равно 0,8 Эрл.



КП - коммутационное поле может быть реализовано либо в виде электронного коммутатора, либо в виде «речевого запоминающего устройства» (РЗУ).

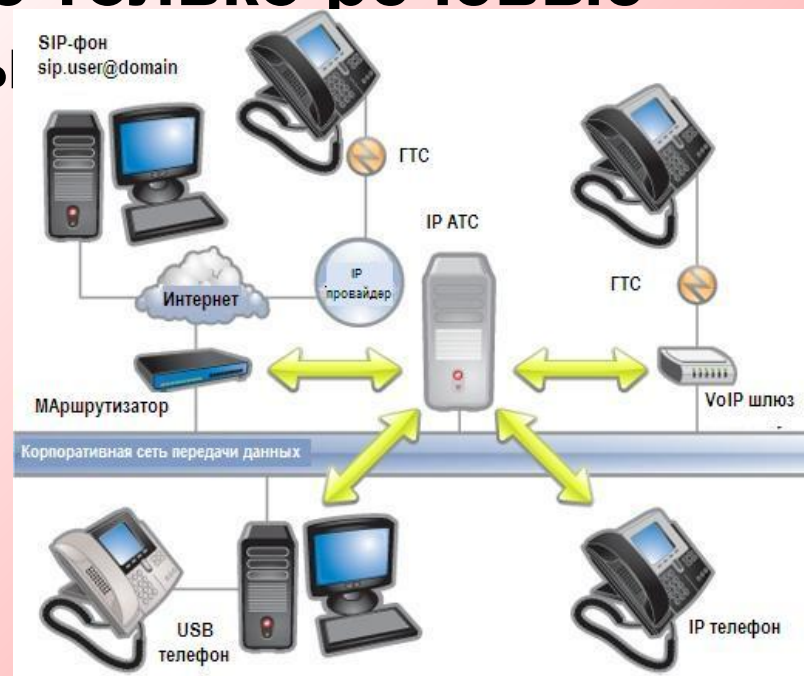
В последнем случае речь, представленная в цифровом виде, сначала записывается в РЗУ, а затем передаётся в соответствующую АЛ к абоненту-получателю или в СЛ к другой АТС.



Современные цифровые АТС строятся в соответствии с **принципом коммутации пакетов** и реализуют передачу данных **на основе протокола IP**.

Современная АТС - большой специализированный компьютер с функциями коммутатора, который может входить в состав цифровой сети передачи данных.

Через АТС могут передаваться не только речевые (телефонные), но и компьютерные аудио и видео.

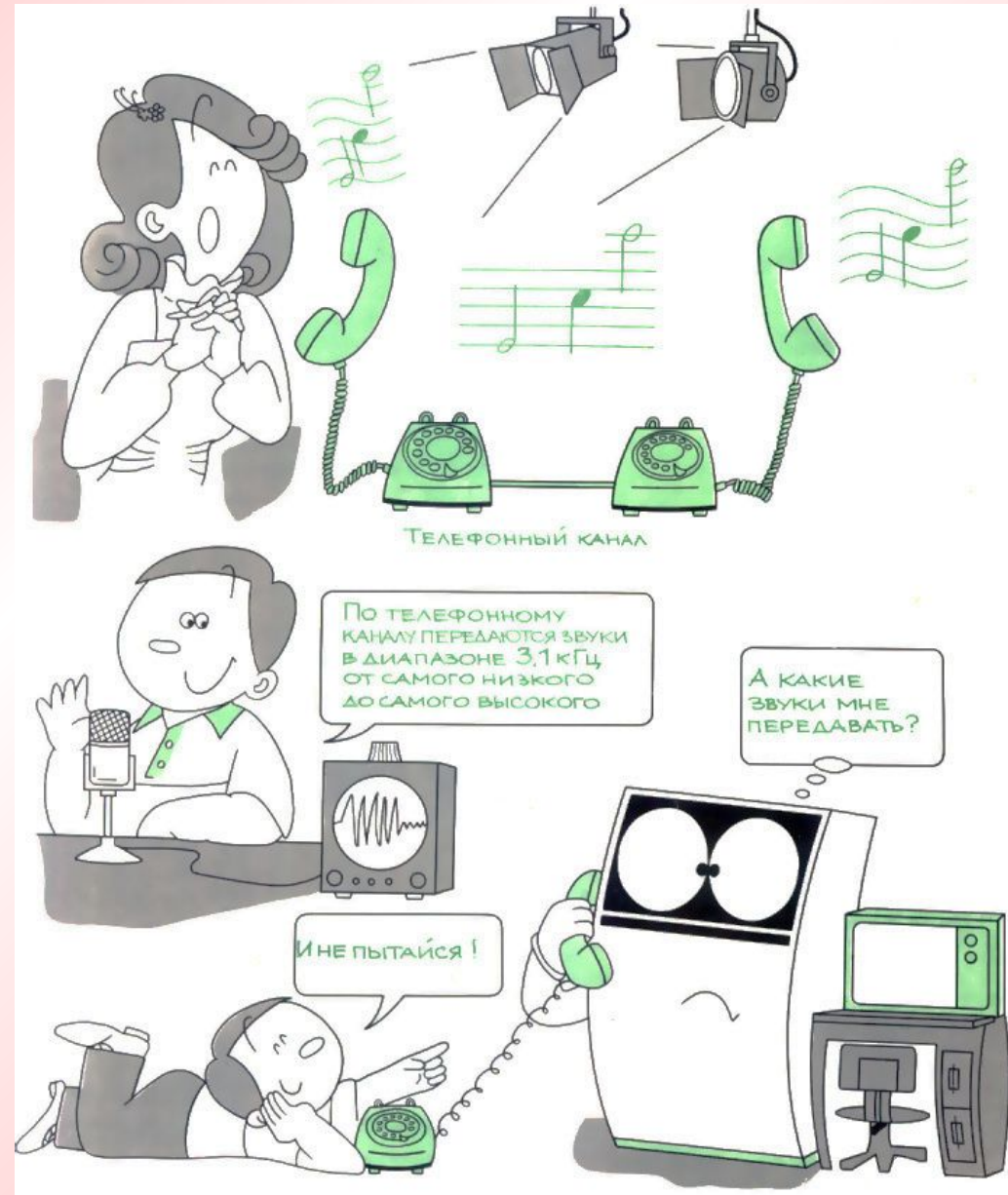


Сети ЭВМ и телекоммуникации в АСУВ

В зависимости от времени существования **телефонные каналы** могут быть **двух типов:**

► **коммутируемые или временные, создаваемые только на время передачи данных;**

► **выделенные или постоянные, создаваемые на длительный промежуток времени и существующие независимо от того,**



В коммутируемых ТЛФ каналах **подключение абонентов к АТС или сети** может выполняться путём набора номера одним из **двух способов**:

- ▶ **импульсный (декадный)** - набор цифры номера приводит к формированию импульсов с частотой 10 Гц: длительность импульса 50 мс и длительность паузы 50 мс, причём количество импульсов равно значению цифры (цифре «0» соответствует 10 импульсов);
- ▶ **тоновый (частотный)** - набор номера приводит к формированию сигналов с частотой 10 Гц, причём каждой цифре соответствует сигнал определённой частоты; для повышения надёжности распознавания для каждой цифры используются 2 частоты - из нижней и верхней группы частот, значения которых

Благодаря широкому распространению ТЛФ сетей связи, они находят применение как **средства доступа** к цифровым сетям и выходу в Интернет.

Передача компьютерных данных может выполняться:

► по аналоговым АЛ;

► по цифровым АЛ.
Передача **по аналоговым АЛ** реализуется с применением модемов с максимальной скоростью 56 кбит/с.



Цифровая АЛ обеспечивает гораздо большие скорости передачи и меньшую стоимость, чем аналоговая АЛ.

Преимущества цифровых АЛ перед аналоговыми:

- ▶ легкость мультиплексирования нескольких разговорных каналов по принципу временного уплотнения;
- ▶ простота кодирования;
- ▶ новые возможности абонентской сигнализации.

Недостатки:

- ▶ искажения при преобразовании речевых сигналов в цифровой вид;
- ▶ более жесткие требования к полосе пропускания;

Вопрос 3. Модемная связь

Модем

или модемная плата служит для связи удалённых компьютеров по телефонной сети.



Методы передачи данных по ТЛФ каналам с использованием модемов задаются в виде рекомендаций (стандартов) серии V.

Функции модемной связи
(рекомендации серии V)

Модуляция и демодуляция

Защита от ошибок

Сжатие данных

Поддержка телефонии:
автоответчик,
голосовая почта,
факс-служба, АОН

Коррекция ошибок (error correction) - отделение полезного сигнала от шумов и исправление возникающих в процессе связи ошибок.

Сжатие данных (data compression) - кодирование информации с целью уменьшения её объёма

Модемные стандарты

Назначение

Дуплексная
передача

Полудуплексная
передача

Передача факсов

Тип КС

коммутируемый

выделенный

Вид модуляции

частотная

фазовая

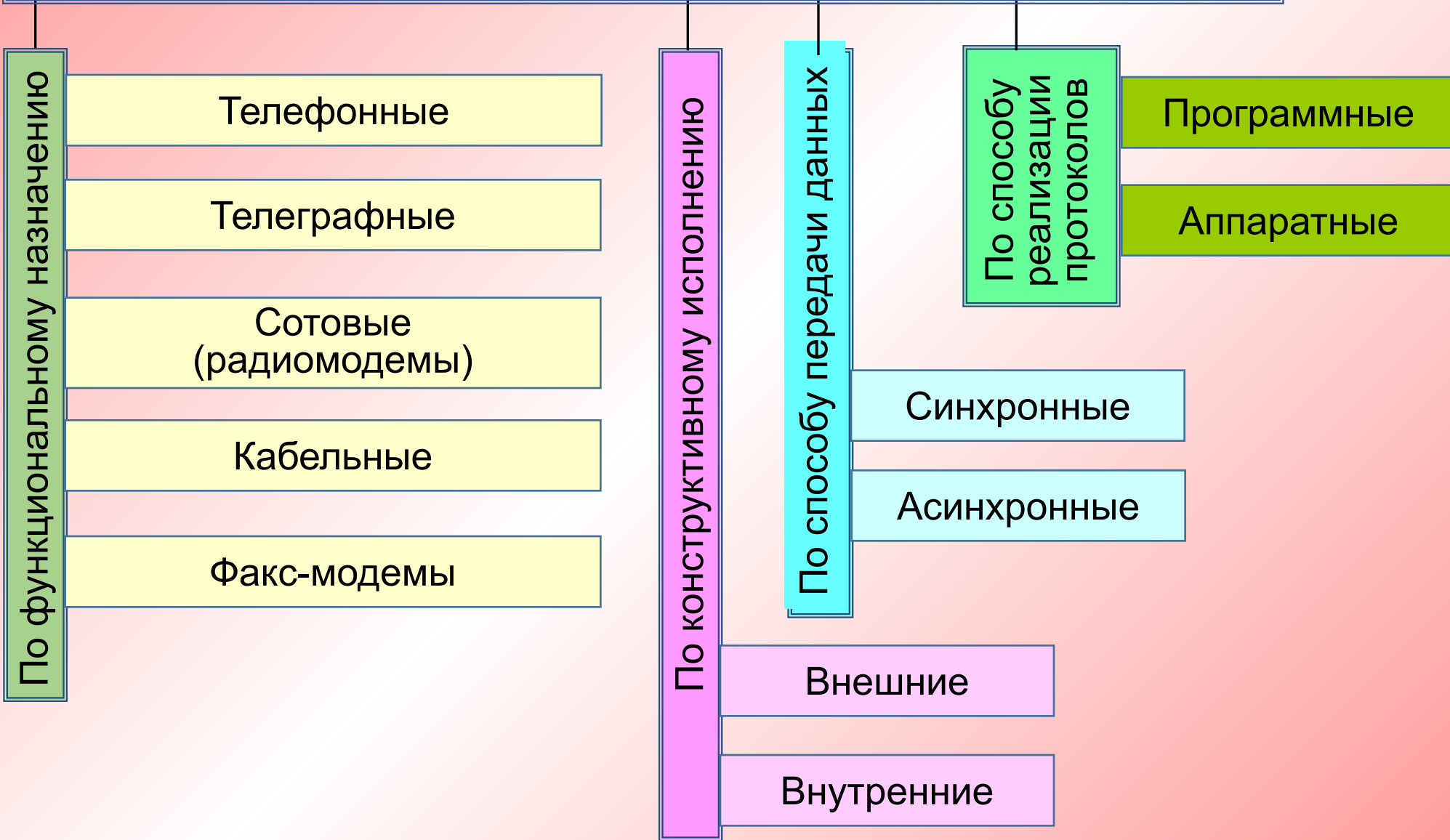
амплитудная

амплитудно-фазовая

Скорость

300 (V.21),
1200, 24000,
4800, 7200,
9600, 12000,
14400, ...,
28800, 33600, и
т.д. до 56
кбит/с.

Классификация модемов



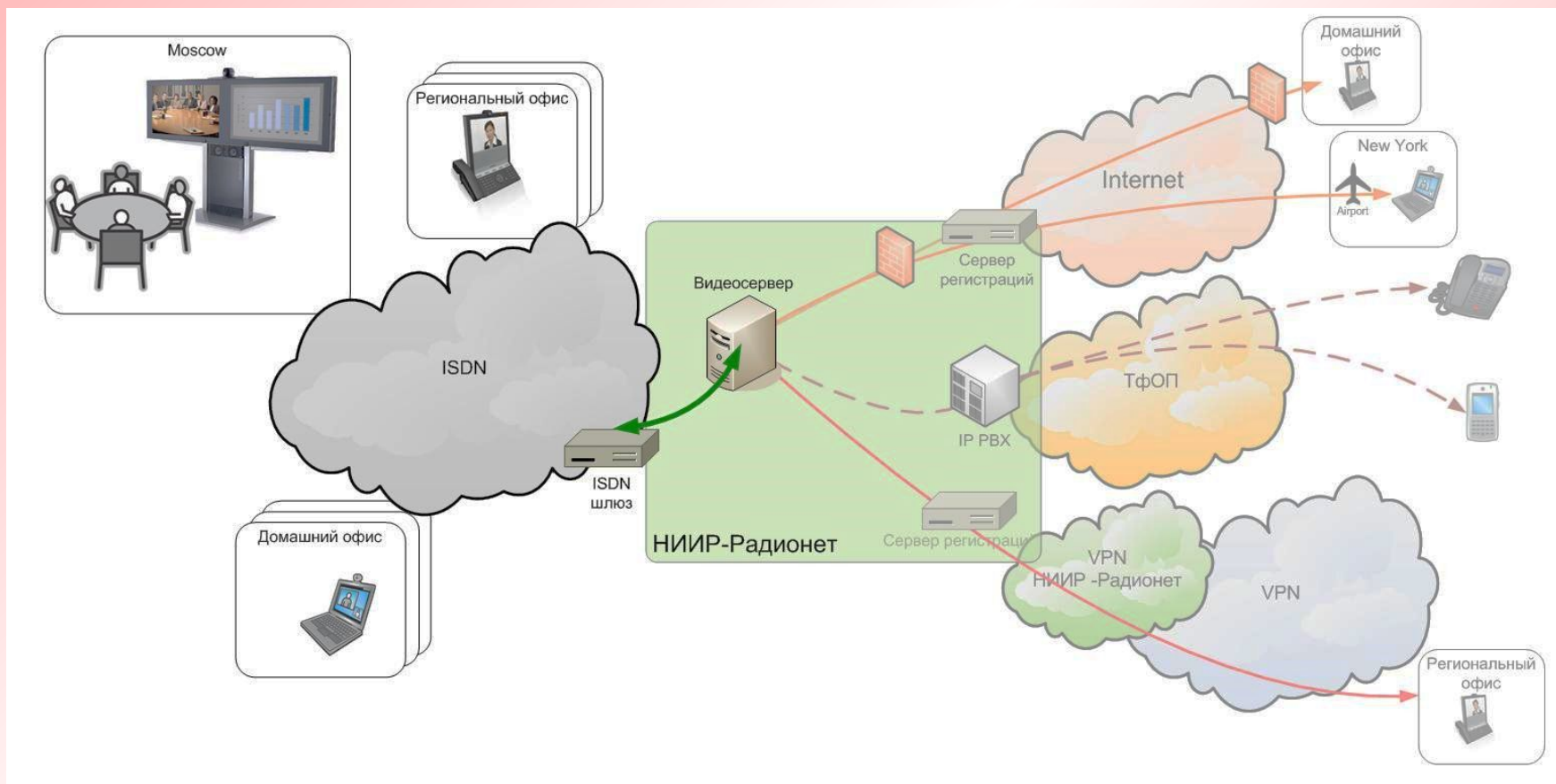
По способу передачи данных модемы делятся на:

а) синхронные - каждый бит посылается через фиксированный интервал времени с использованием синхронизации приемного и передающего устройства; синхронизация обеспечивается путем передачи управляющей информации и использования в обоих устройствах тактовых генераторов;

б) асинхронные - каждый символ (слово или небольшой блок) посылается отдельно и между данными могут быть произвольные промежутки времени; для распознавания поступающих данных каждый переданный элемент содержит стартовый и стоповый биты; этот способ известен также как **старт-стоповая передача**.

Вопрос 4.

Цифровые сети с интегральным обслуживанием



Модемная передача компьютерных данных по абонентским линиям ТЛФ сетей позволяет **в идеальных условиях** достичь **предельной скорости в 56 кбит/с**, что явно недостаточно для передачи мультимедийных данных.

Для обеспечения более высоких скоростей передачи данных по АЛ разработана **технология ISDN**.

Цифровые сети с интегральным обслуживанием - ЦСИО (Integrated Services Digital Networks - ISDN) - цифровая сеть на базе ТЛФ сети, в которой могут передаваться разные данные, а также оцифрованные видеоизображения и речь.

Особенность ISDN - многоканальность, т.е. возможность передавать данные и речь одновременно.

ISDN по сравнению с обычной модемной связью **обеспечивает:**

- ▶ более высокую скорость передачи данных;
- ▶ более высокую надежность;
- ▶ принципиально иное качество взаимодействия между абонентами.

Преимущества сетей ISDN:

- ▶ **сокращение времени** установления соединений за счет использования выделенного канала сигнализации и передачи по нему сигналов управления и взаимодействия (занятие линии, набор номера, ответ, разъединение и т.д.) в цифровом виде;
- ▶ **универсальность использования линий** - возможность осуществлять по одним и тем же линиям как телефонные переговоры, так и передачу данных;
- ▶ **сопряжение служб** - возможность организации телетекста, телекса или телефакса с соответствующим устройством в любой точке земного шара.

ISDN одновременно предоставляет **различные виды СВЯЗИ:**

- ▶ телефонную;
- ▶ модемную;
- ▶ по выделенному каналу связи.

ISDN **целесообразно применять** в тех случаях, когда необходимо периодически (но не постоянно) передавать средние и большие объемы данных на любые расстояния с высокой скоростью и надежностью.

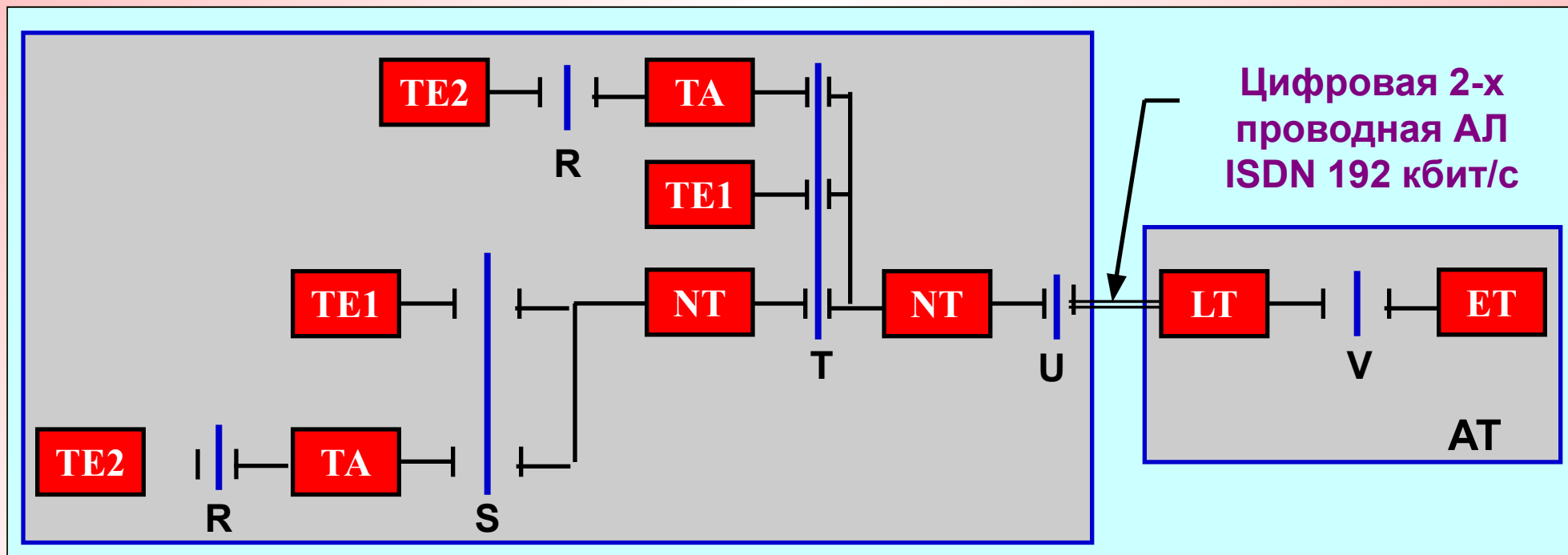
Реализация ISDN осуществляется в соответствии с рекомендациями ITU-T серии I.

Абонентское оборудование и интерфейсы ISDN

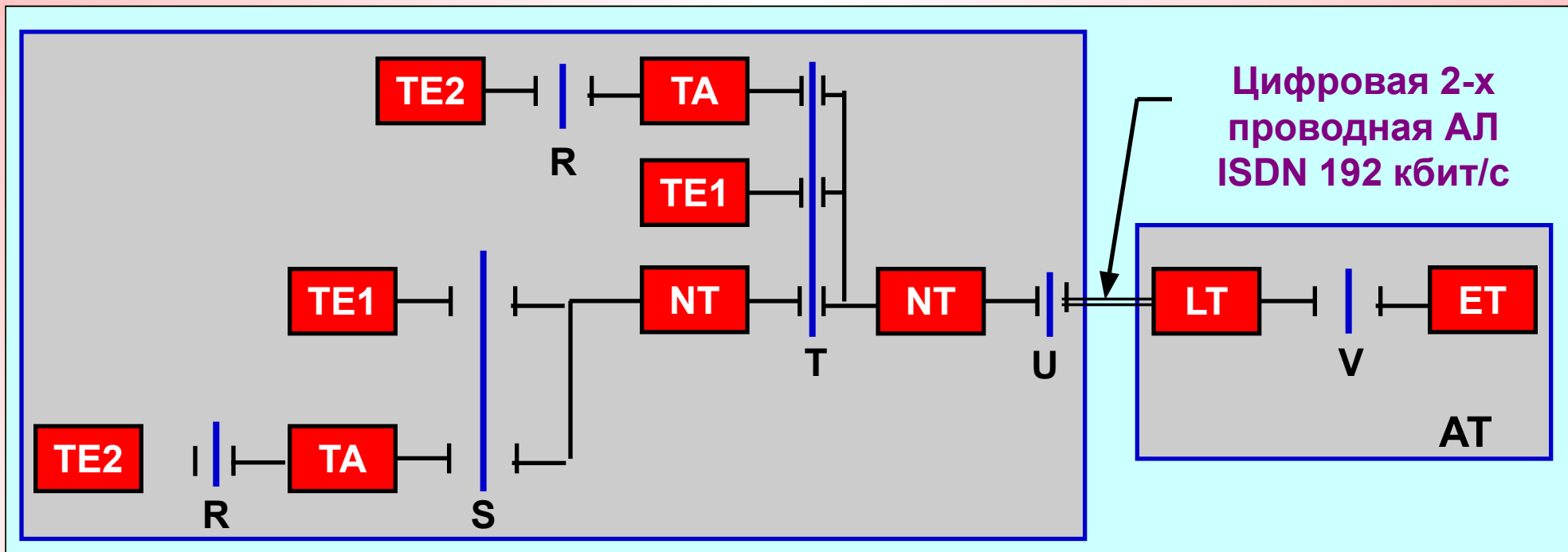
TE1 - терминальное оборудование ISDN;

TE2 - несовместимое с ISDN терминальное оборудование;

TA - терминальный адаптер;

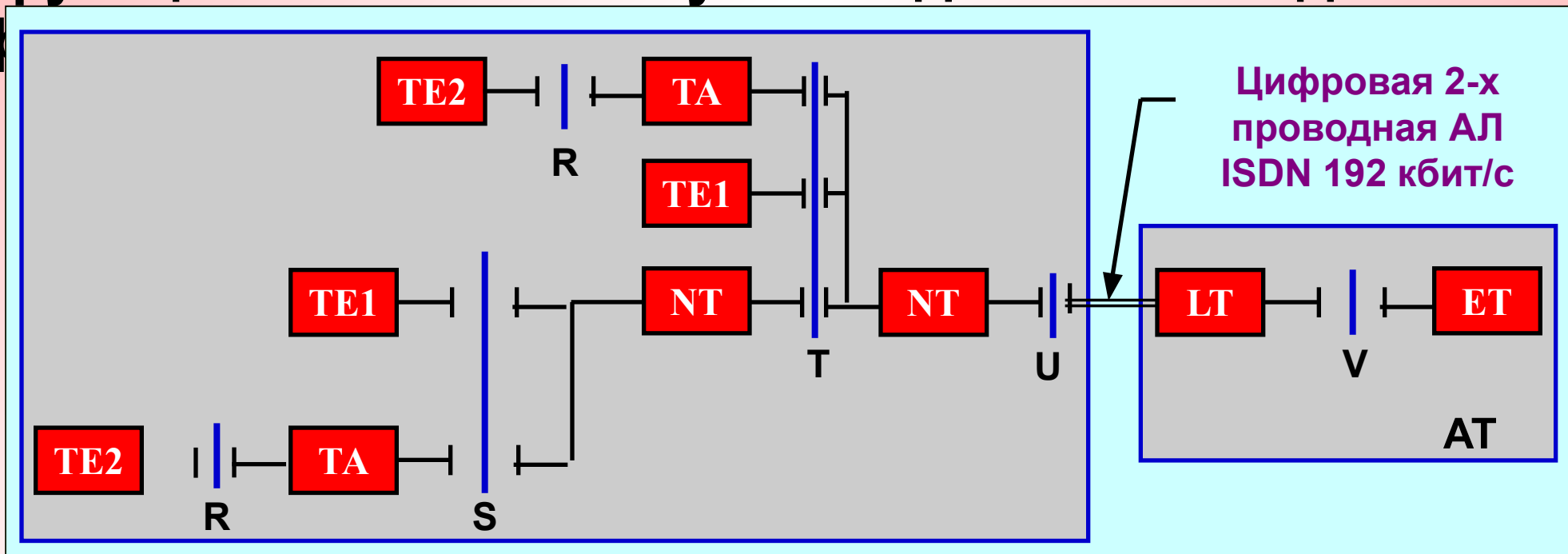


NT1 - сетевое окончание уровня 1 (подача питания к абонентской установке, обеспечение ТО линии и контроля рабочих характеристик, синхронизация, мультиплексирование на 1-м (физическом) уровне, разрешение конфликтов доступа); представляет собой обычно настенную коробку;



NT2 - сетевое окончание уровня 2 (функции 2-го и 3-го уровней: мультиплексирование, коммутация и концентрация, а также функции ТО и некоторые функции 1-го уровня); в качестве функционального блока NT2 могут выступать УАТС, локальная сеть или терминальный адаптер;

(функции NT1 и NT2 могут объединяться в едином

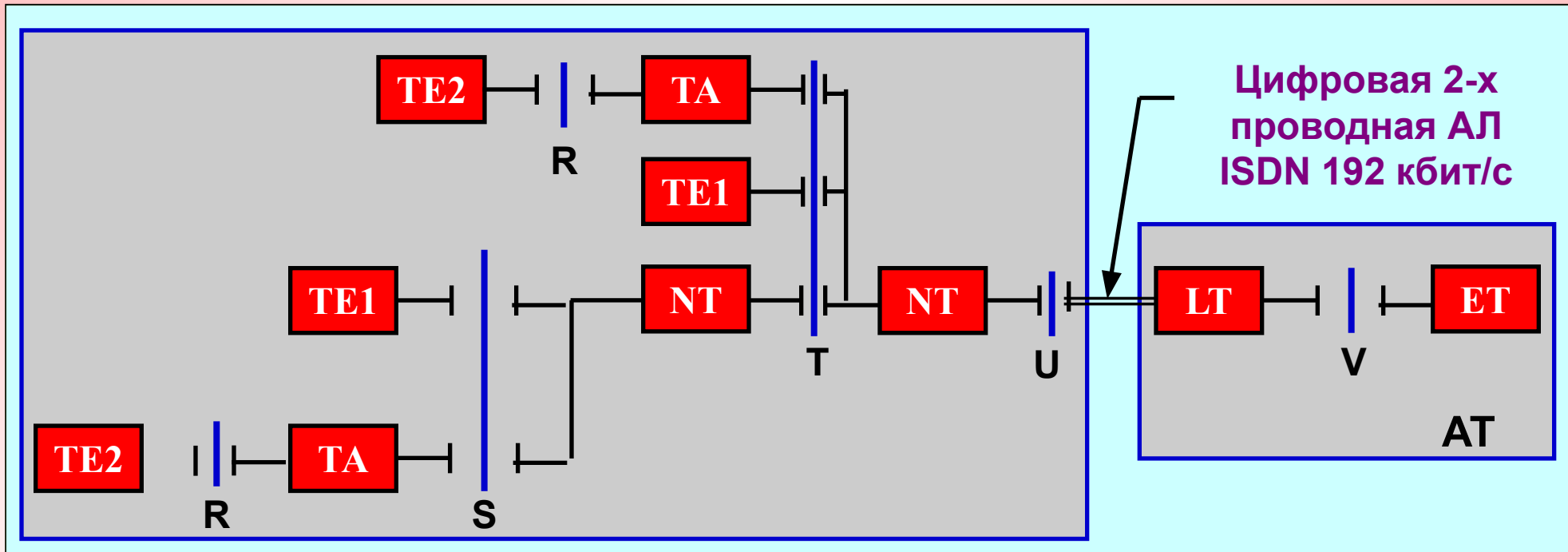


Сети ЭВМ и телекоммуникации в АСУВ

LT - линейное окончание;

ET - станционное окончание.

R, S, T, U, V - интерфейсы ISDN, в частности R-интерфейс связывает несовместимое с ISDN оборудование TE2 с ТА.



В отличие от традиционных ТЛФ сетей управляющая информация передаётся по специальным каналам, не загружая каналы передачи данных.

В ISDN различают **два типа канала**:

- ▶ **канал В** - для передачи голоса и данных с пропускной способностью 64 кбит/с;
- ▶ **канал D** - служебный (сигнальный) канал передачи управляющей информации.

Один канал типа D обслуживает 2 или 30 В-каналов и обеспечивает возможность быстрой генерации и сброса вызовов, а также передачу информации о поступающих вызовах, в том числе о номере обращающегося к сети абонента.

Стандарты определяют **3 интерфейса доступа** к ISDN:

→ базовый - BRI;

→ первичный - PRI;

→ широкополосный - B-ISDN.

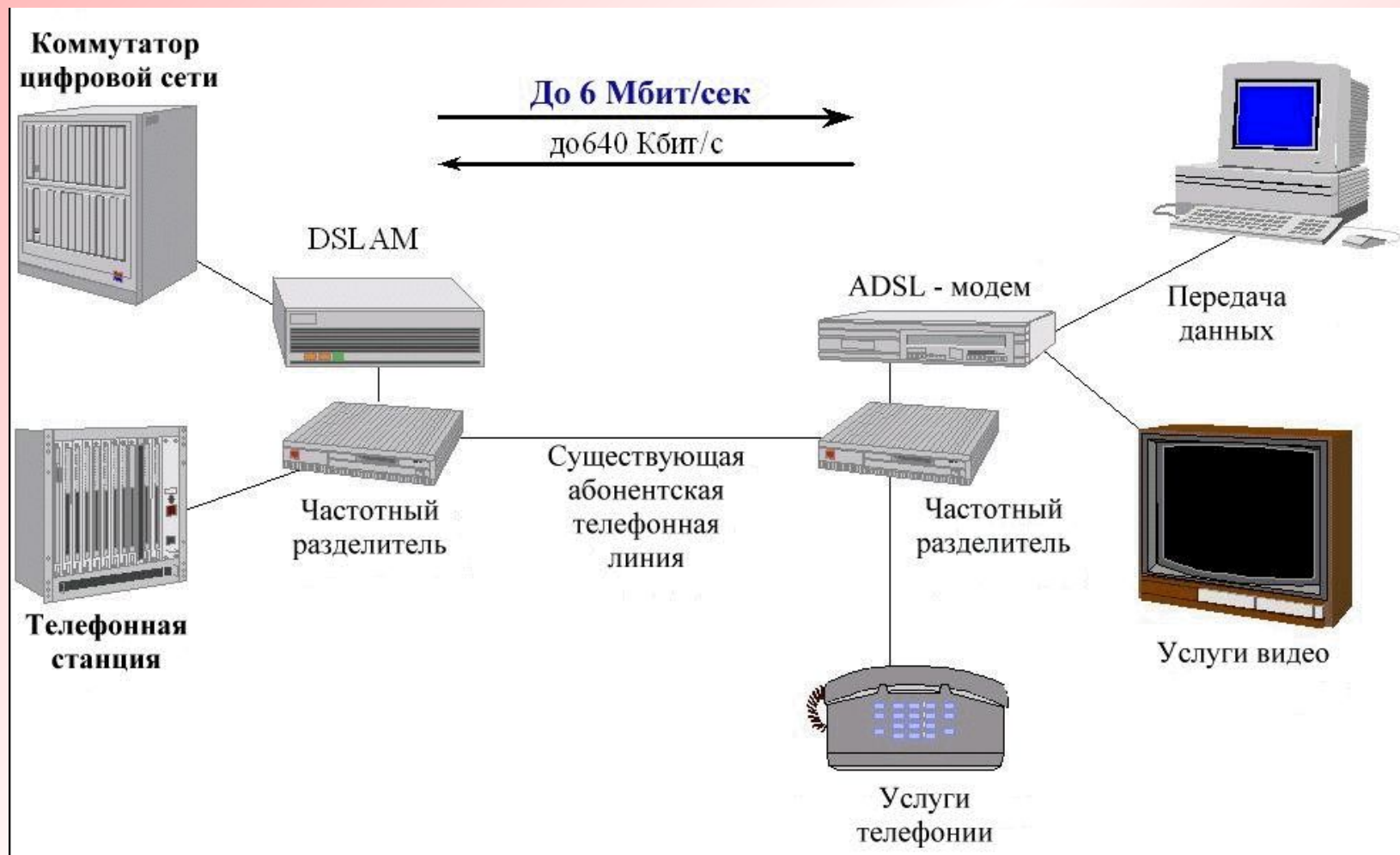
Интерфейс BRI (Basic Rate Interface) - базовый интерфейс, обозначаемый как (2B+D). Это означает, что для передачи данных используется 2 канала B со скоростью передачи 64 кбит/с по каждому каналу и 1 служебный канал D со скоростью передачи 16 кбит/с. Таким образом, пропускная способность интерфейса BRI равна: $2 \cdot 64 \text{ кбит/с} + 1 \cdot 16 \text{ кбит/с} = 144 \text{ кбит/с}$.

BRI предназначен для подключения ТЛФ аппаратуры (телефонов, факсов, автоответчиков и т.п.) и компьютеров к ISDN.

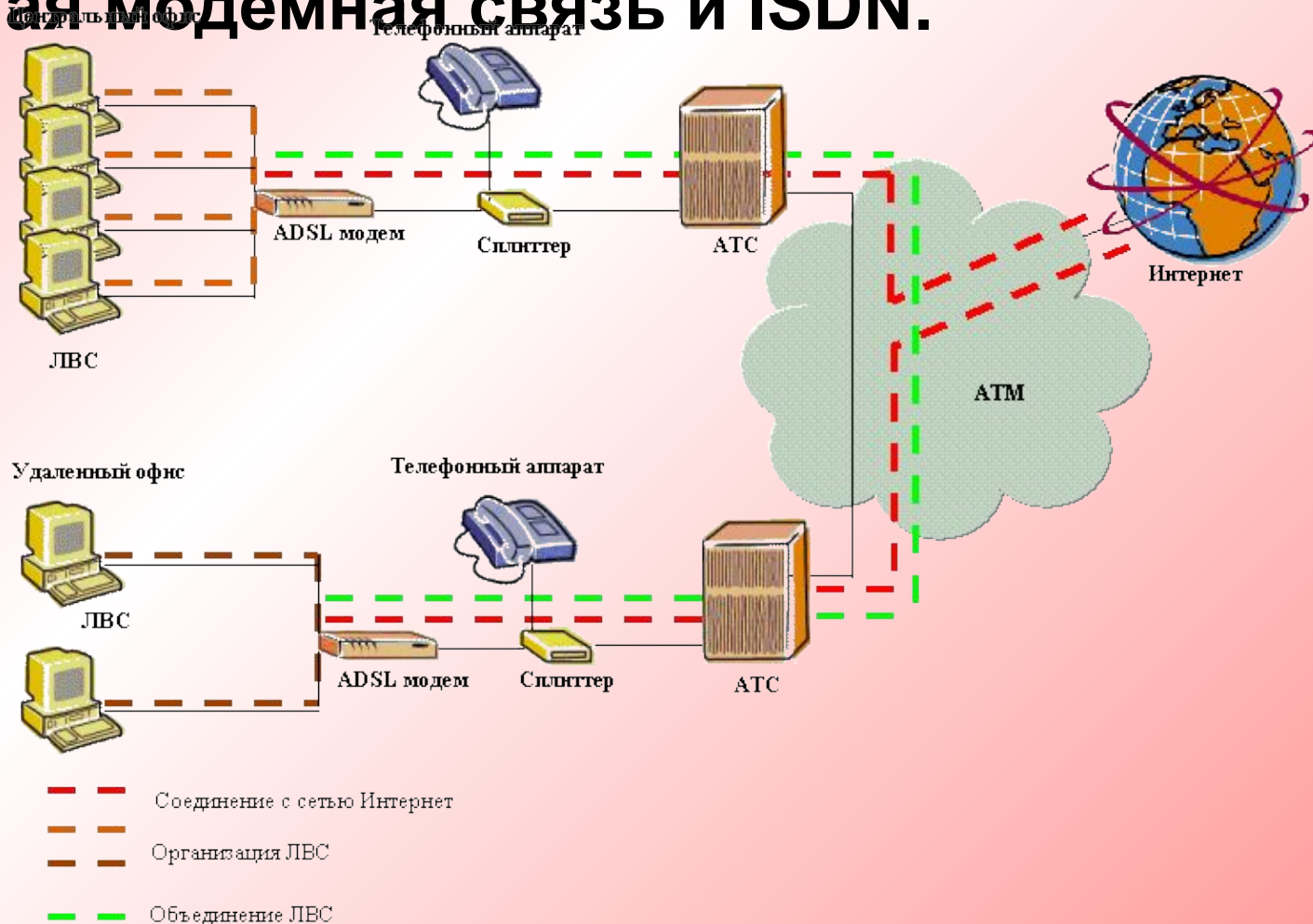
Интерфейс PRI (Primary Rate Interface) объединяет несколько BRI и соединяется с узлом. В зависимости от местных стандартов он включает в себя 23 В-канала (США и Япония) или 30 В-каналов (Европа), поддерживая скорости передачи данных 1,544 Мбит/с и 2,048 Мбит/с соответственно.

B-ISDN (Broadband ISDN) обеспечивает высокие скорости передачи (155 Мбит/с и 622 Мбит/с), что позволяет реализовать передачу видеоданных.

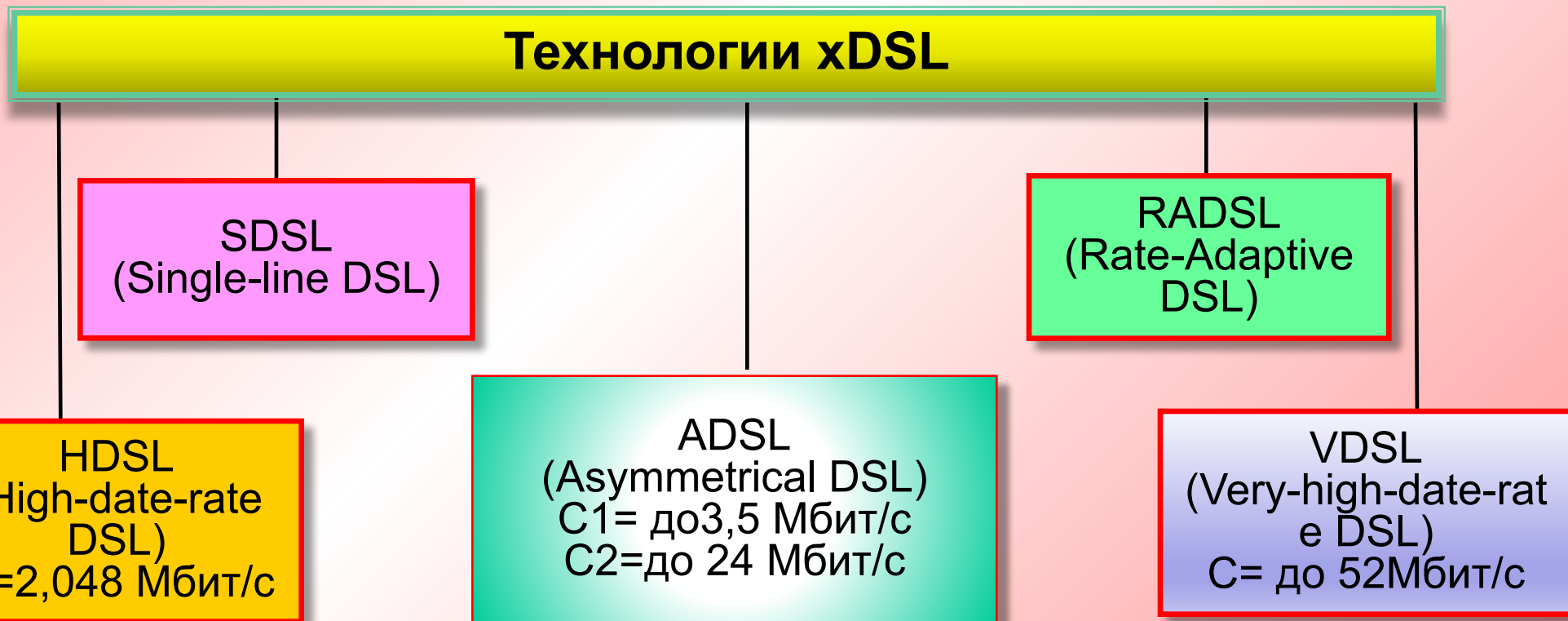
Вопрос 5. Технология xDSL



xDSL (Digital Subscriber Line) - технологии передачи цифровых данных по ТЛФ каналам связи, обеспечивающие более высокие скорости передачи, чем традиционная модемная связь и ISDN.



xDSL объединяет **различные технологии**, которым в аббревиатуре xDSL соответствуют разные значения символа «x». Эти технологии различаются по способу модуляции и скорости передачи данных.



HDSL (High-data-rate DSL) - высокоскоростная цифровая абонентская линия, обеспечивающая симметричную дуплексную передачу данных по двум ТЛФ парам со скоростями до 2,048 Мбит/с в каждом направлении на расстояние до 4,5 км.

SDSL (Symmetrical DSL) - однопарная версия HDSL, обеспечивающая симметричную дуплексную передачу цифрового потока со скоростью 2048 кбит/с по одной паре ТЛФ кабеля.

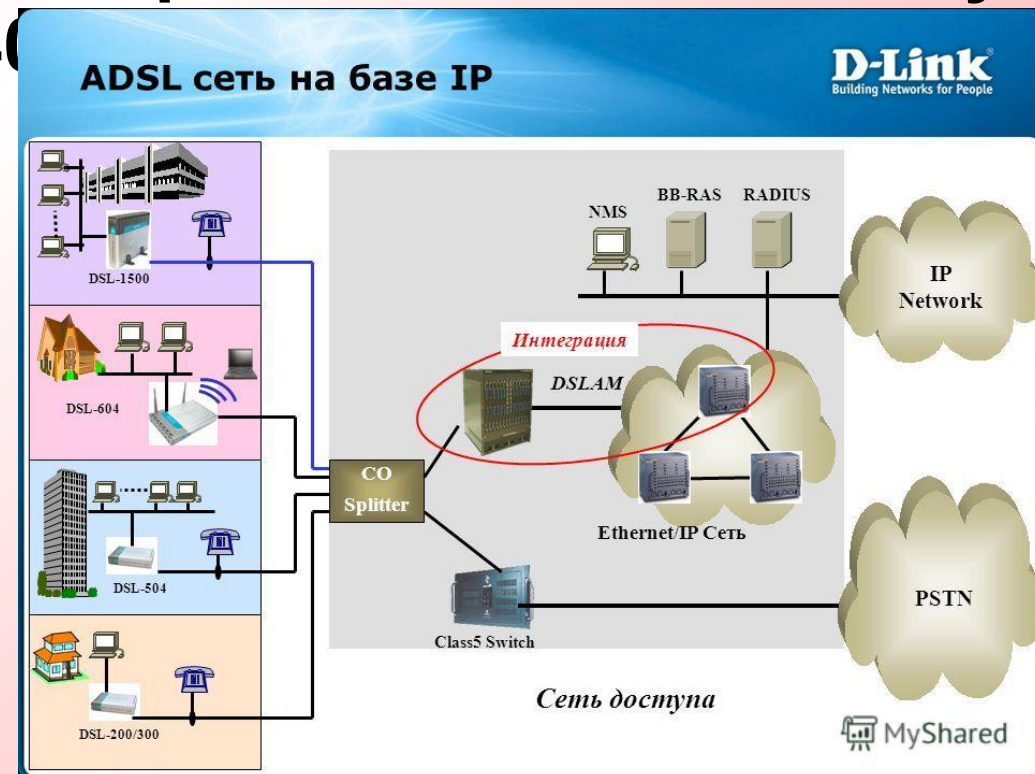
ADSL (Asymmetrical DSL) - асимметричная цифровая абонентская линия, позволяющая по одной паре ТЛФ кабеля передавать данные от пользователя в сеть на скоростях от 16 кбит/с до 3,5 Мбит/с и в обратном направлении из сети к пользователю со скоростями до 24 Мбит/с на максимальное расстояние до 5,5 км.

RADSL (Rate-Adaptive ADSL) - ADSL с адаптируемой скоростью, учитывающей характеристики конкретной линии (длина, соотношение сигнал-шум и т.п.), за счет чего достигается максимальная пропускная способность в реальных условиях.

VDSL (Very-high-data-rate DSL) - сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия, имеющая по сравнению с ADSL более высокие скорости передачи данных: до 56 Мбит/с в направлении от сети к пользователю и до 11 Мбит/с от пользователя к сети при работе в асимметричном режиме и при работе в симметричном режиме - примерно 26 Мбит/с в каждом направлении при максимальном расстоянии до 1,3 км.

Наиболее распространённая технология – ADSL.

Скорости передачи данных в ADSL **увеличена** за счет предоставления пользователю большей полосы пропускания абонентской линии, чем при ТЛФ связи: 1 МГц вместо 3100 Гц. Это достигается исключением на пути передачи **фильтров**, ограничивающих полосу ТЛФ канала от 300 Гц до 3400



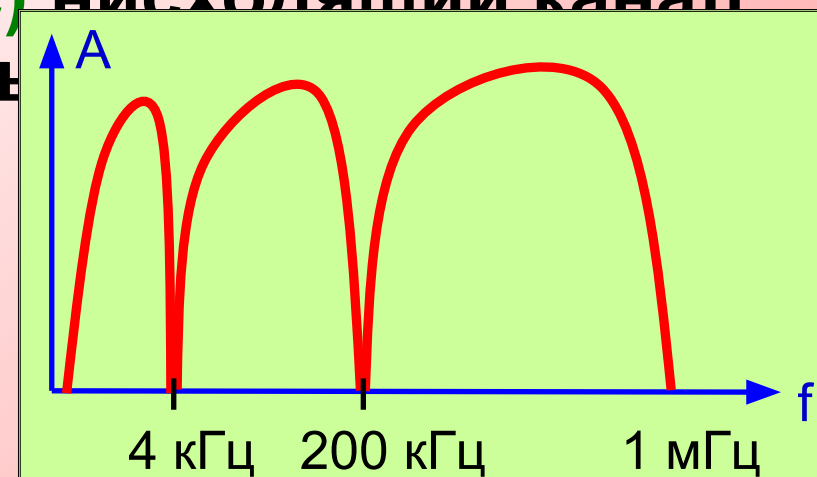
В полосе 1 МГц формируется **3 частотных диапазона** для передачи трёх потоков данных:

- ▶ **ТЛФ (голосовых)** в диапазоне от 300 Гц до 4 кГц;
- ▶ **компьютерных** от пользователя в сеть в диапазоне от 4 кГц до 200 кГц;
- ▶ **от сети к пользователю** - от 200 кГц до 1 МГц.

Таким образом, для передачи цифровых данных формируются **2 асимметричных частотных канала**:

- ▶ **высокоскоростной (до 24 Мбит/с)** нисходящий канал передачи данных из сети в компьютер (до 3,5 Мбит/с) восходящий канал передачи данных из компьютера в сеть.
- ▶ **низкоскоростной (от 16 кбит/с до 3,5 Мбит/с)** восходящий канал передачи данных из компьютера в сеть.

Третий канал предназначен для передачи ТЛФ разговоров.



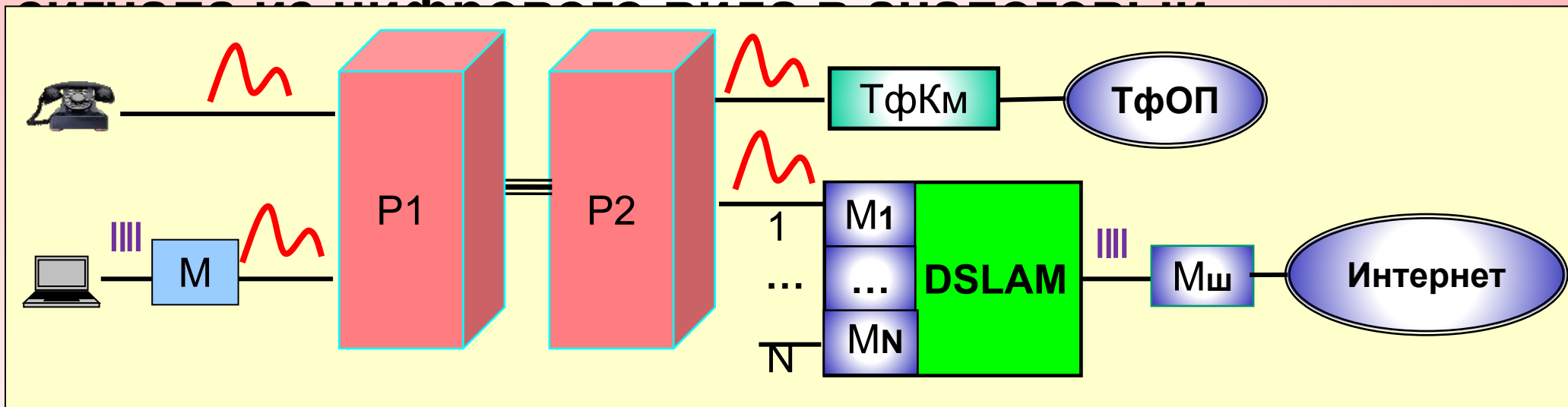
Асимметричность каналов для передачи данных обусловлена тем, что объём передаваемых данных от пользователя в сеть **гораздо меньше** объёма данных, передаваемых в обратном направлении.

При необходимости **можно изменять границы частотных диапазонов** для перераспределения скоростей передачи данных в исходящем и восходящем каналах.

Схема организации ADSL

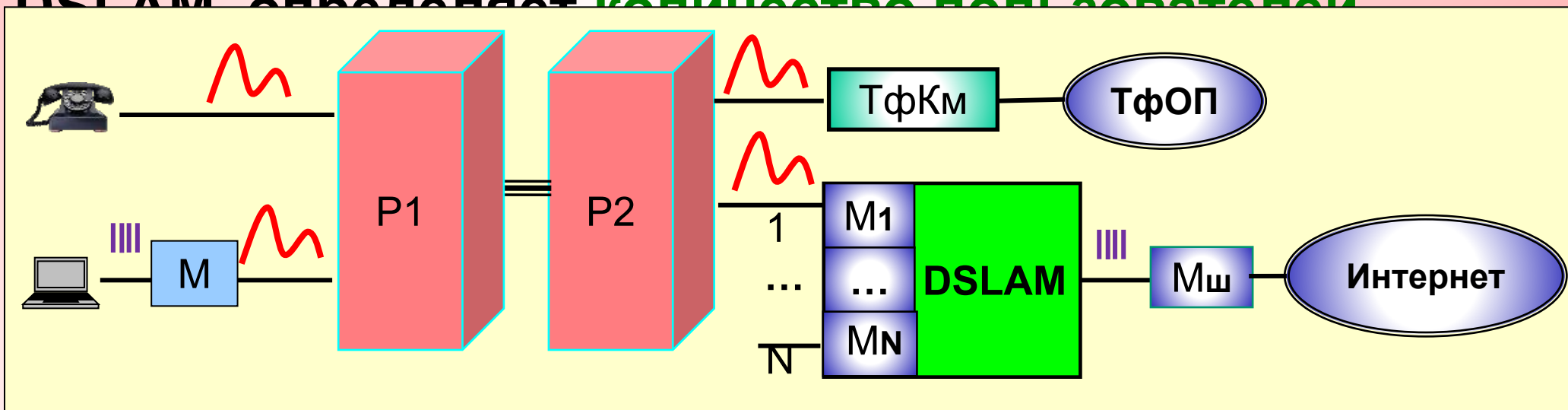
Пользователи (телефон и компьютер) подключены к **точке доступа** - распределителю P1, выделяющему определённую полосу частот для передачи голосовых сигналов от аналогового телефона и данных от компьютера.

Компьютер подключается к P1 через **ADSL-модем (M)**, осуществляющий **модуляцию** - преобразование



На другом конце к распределителю P2, отделяющему потоки компьютерных данных от голосовых сигналов, подключены **ТЛФ коммутатор (ТфКм)** для доступа в ТЛФ сеть общего пользования (ТфОП), и **мультиплексор доступа** к цифровой абонентской линии (DSLAM - DSL Access Multiplexer), который **преобразует сигнал** из аналогового в цифровой вид (демодуляция) и **направляет его** к маршрутизатору, обеспечивающему доступ в Интернет.

Количество N ADSL-модемов M1, ..., MN в составе DSLAM



Высокие скорости передачи данных и сравнительно невысокая стоимость абонентской платы для пользователей делают технологии xDSL **наиболее перспективными** для организации доступа в Интернет, **полностью вытесняющими** традиционную модемную связь.





Благодарю за внимание!