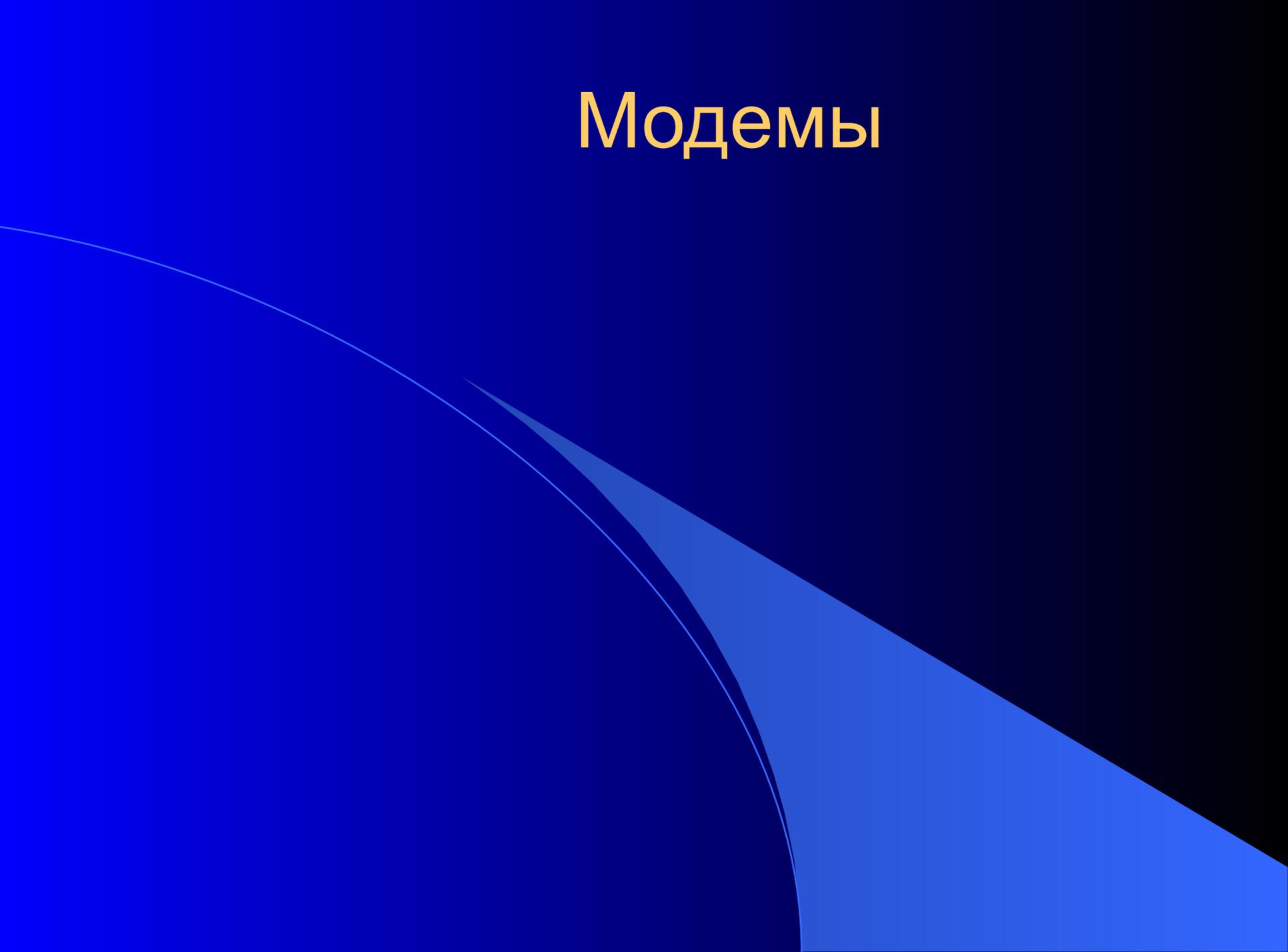


Модемы

The background features a dark blue gradient on the left side, transitioning into a black area on the right. A prominent, thin, light blue curved line sweeps across the middle of the frame. Below this line, a large, solid blue triangular shape points towards the bottom right corner.

Стандартов

На конструкцию модемов нет.

ПОЭТОМУ

**В ОТЛИЧНЫХ ПО КОНСТРУКЦИИ МОДЕМАХ
ОДНИ И ТЕ ЖЕ МЕТОДЫ И ПРОТОКОЛЫ
РЕАЛИЗОВАНЫ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ.**

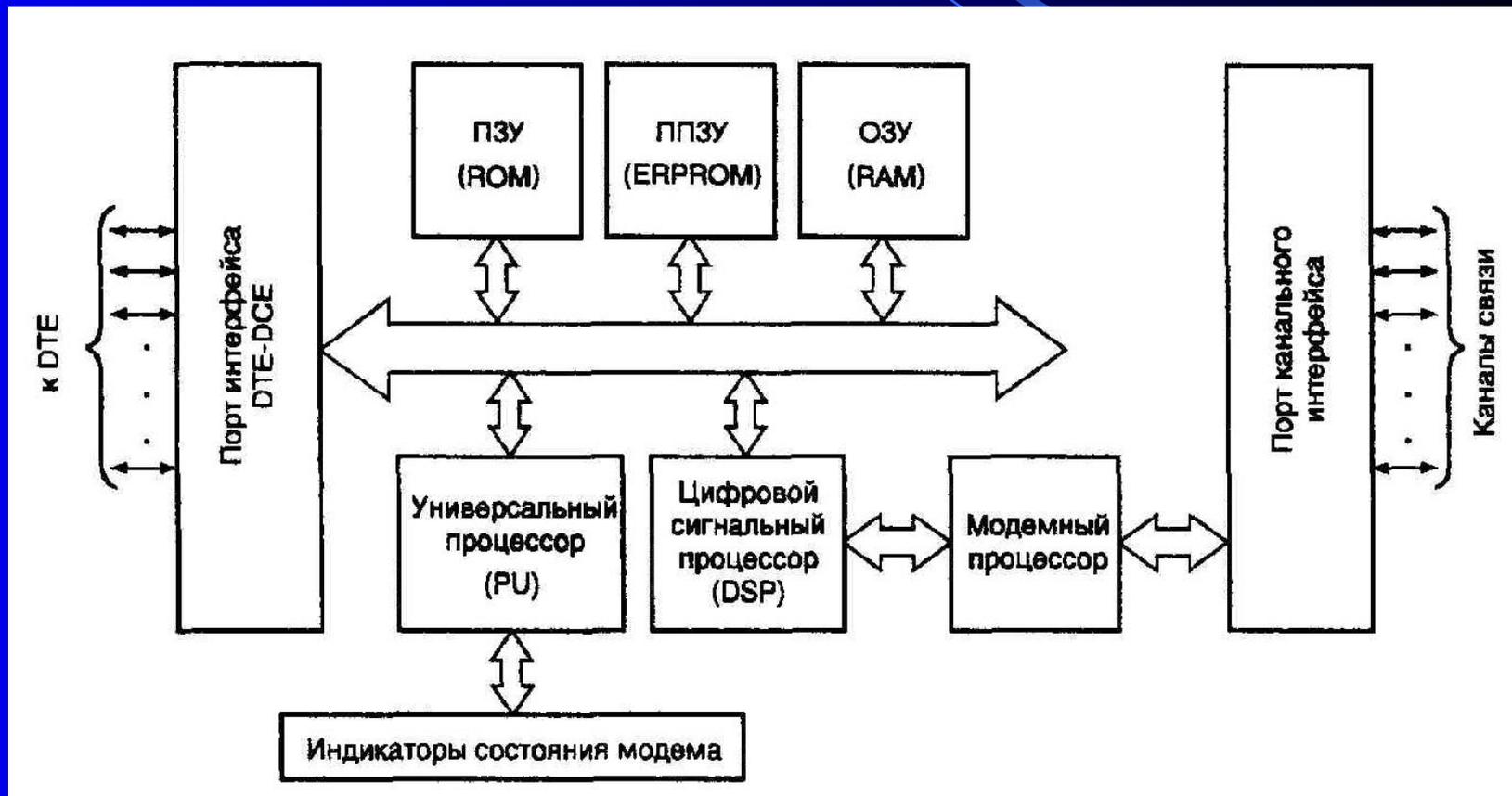
Основными производителями

**специализированных наборов
микросхем являются фирмы Rockwell,
Intel, AT&T, Sierra Semiconductor,
National Semiconductor, Motorola, Exar
и некоторые другие.**

Ряд компаний

**таких как U. S. Robotics, Telebit, ZyXEL,
самостоятельно занимается
разработкой и производством
модемных микросхем для своих нужд.**

Вариант реализации модема



Модем состоит из

- адаптеров портов канального и DTE—DCE интерфейсов;
- универсального (PU), сигнального (DSP) и модемного процессоров;
- постоянного (ПЗУ, ROM), постоянного энергонезависимого перепрограммируемого (ППЗУ, EPROM) оперативного (ОЗУ, RAM) запоминающих устройств

Порт интерфейса DTE—DCE

обеспечивает взаимодействие с DTE.

Если модем внутренний, вместо интерфейсов DTE—DCE может применяться интерфейс внутренней шины компьютера

Порт канального интерфейса

**обеспечивает согласование
электрических параметров с
используемым каналом связи.**

**Канал может быть аналоговым или
цифровым, с двух- или
четырёхпроводным окончанием.**

Большинство современных модемов

**для телефонных каналов КТСОП
обеспечивают синхронную передачу
данных по каналу.**

Схема синхронного модема



Передатчик синхронного модема

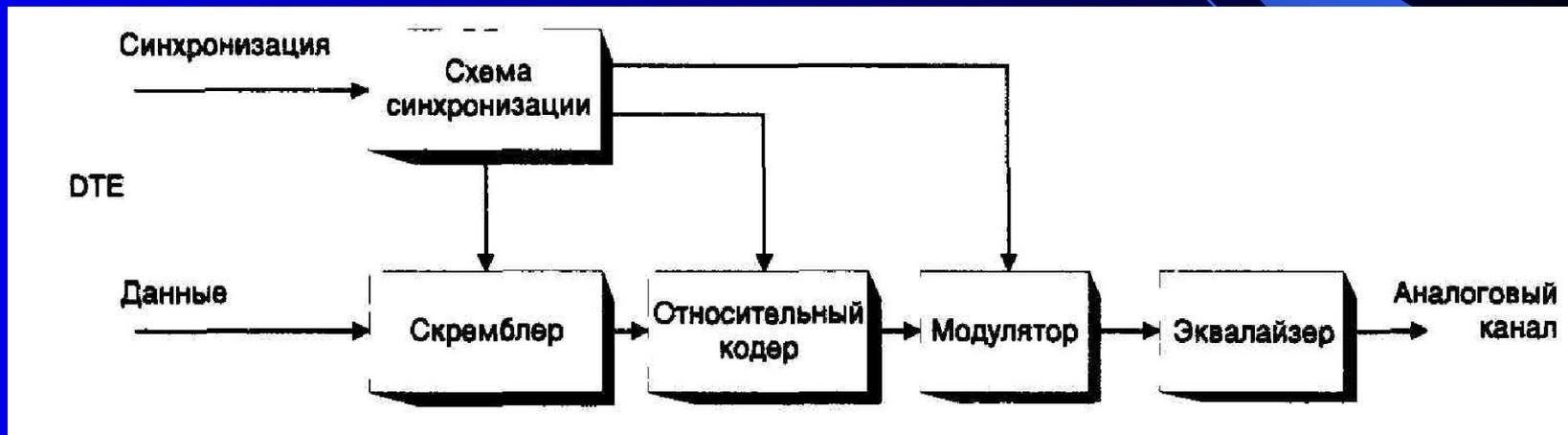


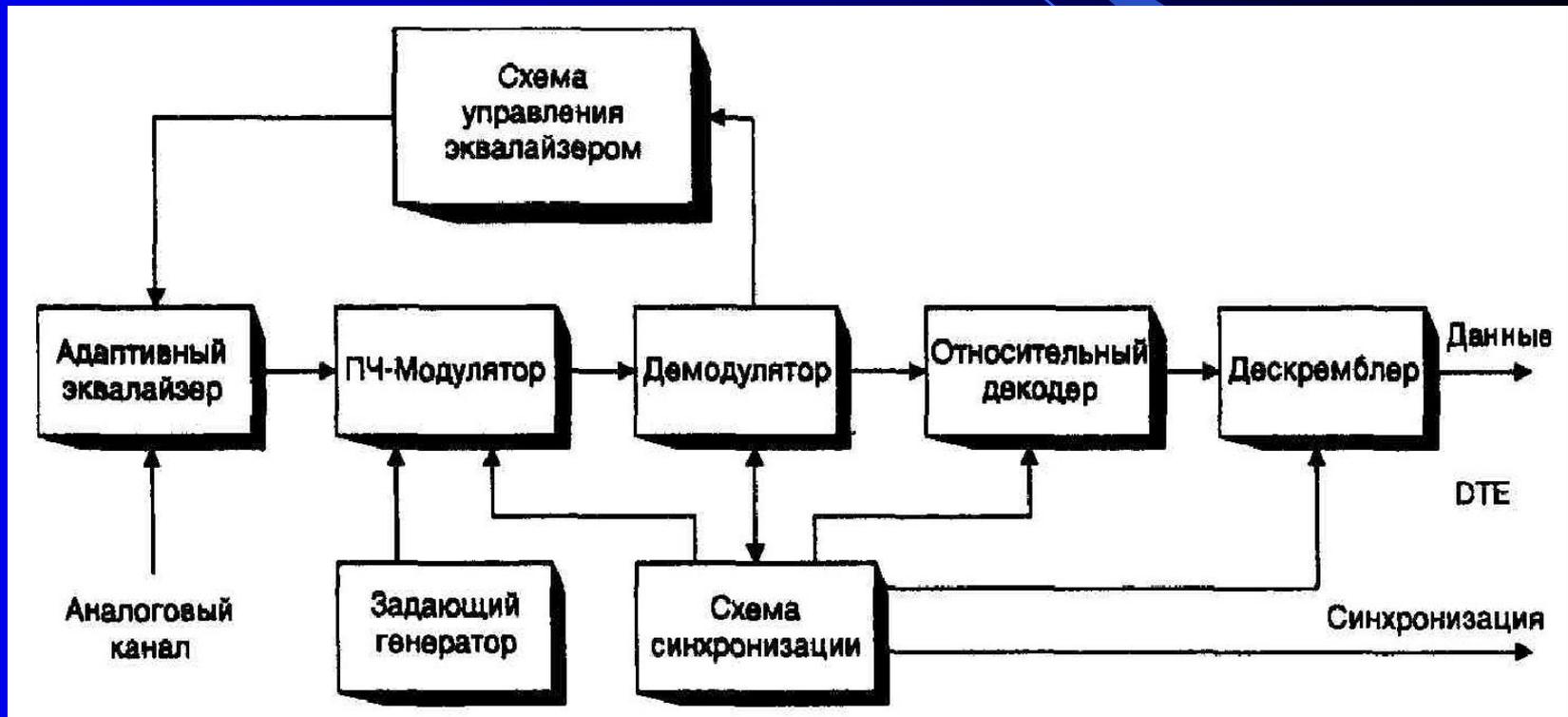
Схема синхронизации передатчика

получает сигнал опорной частоты от внутреннего генератора или от DTE, например, через 24 контакт разъема DB-25 интерфейса RS-232. В последнем случае модем обязан поддерживать синхронный режим работы не только по каналу с удаленным модемом, но и по интерфейсу DTE-DCE.

Скремблер

предназначен для придания свойств случайности (рандомизации) передаваемой последовательности данных с целью облегчения выделения тактовой частоты приемником удаленного модема.

Приемник модема



Модулятор приемника

**совместно с задающим генератором
позволяют перенести спектр
принимаемого сигнала (300—3400 Гц)
в область более высоких частот.**

**Это делается для облегчения операций
фильтрации и демодуляции.**

Относительный декодер и дескремблер

**выполняют операции, обратные
выполняемым в передатчике.**

Схема синхронизации

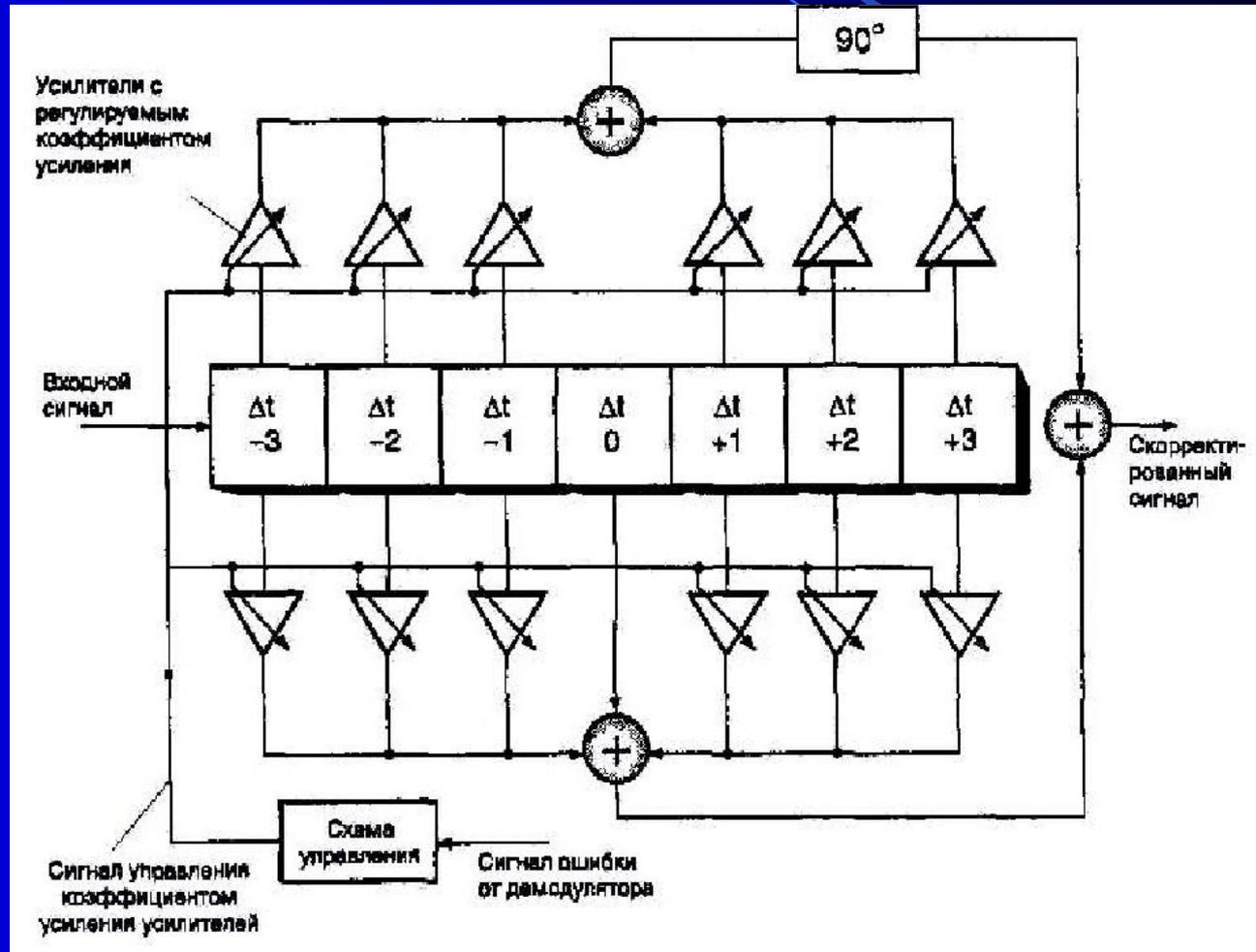
**выделяет тактовую частоту из
принимаемого сигнала и подает его на
другие узлы приемника.**

Адаптивный эквалайзер

приемника, как и эквалайзер передатчика, позволяет компенсировать нелинейные искажения, вносимые каналом передачи.

Адаптивность эквалайзера заключается в его способности подстраиваться под изменяющиеся параметры канала в течение сеанса связи.

Адаптивный эквалайзер



Скремблирование

Двоичный сигнал на входе модема может иметь произвольную статистическую структуру, которая не всегда удовлетворяет требованиям, предъявляемым синхронным способам передачи.

основными требованиями являются следующие:

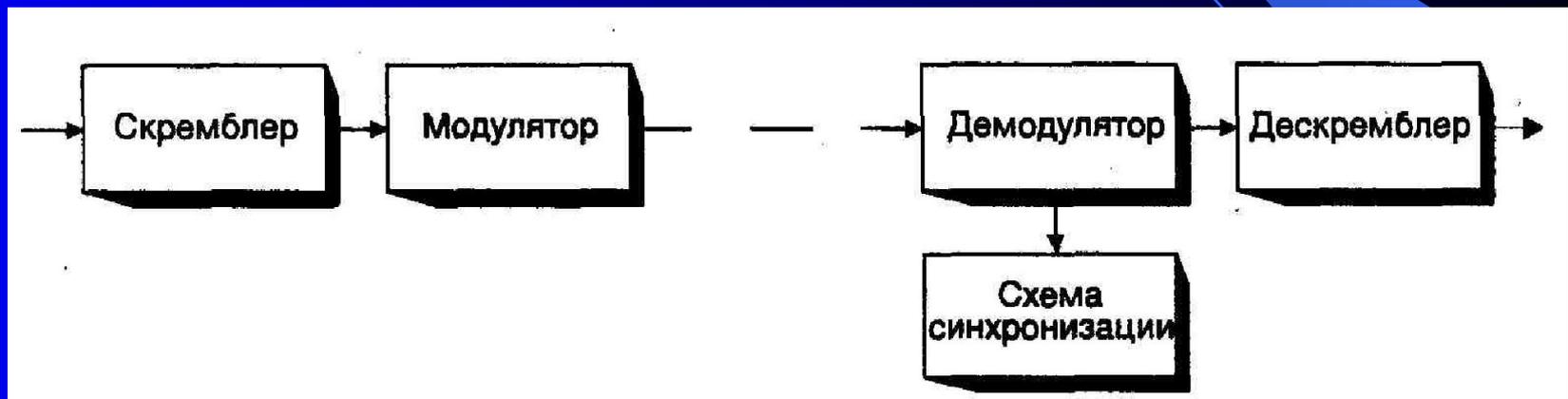
- **Частота смены символов (1, 0) должна обеспечивать надежное выделение тактовой частоты непосредственно из принимаемого сигнала.**
- **Спектральная плотность передаваемого сигнала должна быть, по возможности, постоянной и сосредоточенной в заданной области частот с целью снижения взаимного влияния каналов.**

Приведенные требования должны выполняться независимо от структуры передаваемого сообщения.

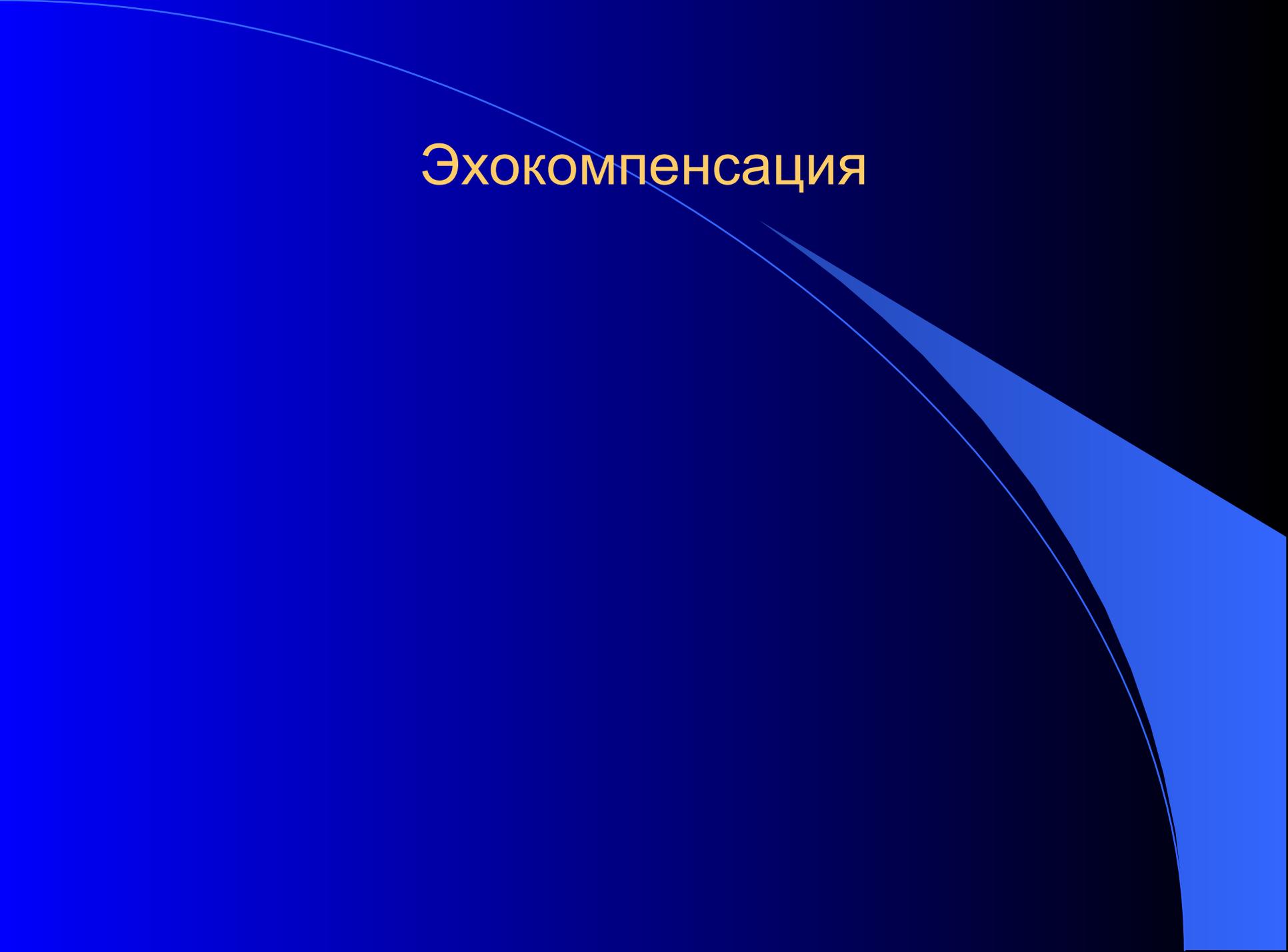
Скремблирование -

это обратимое преобразование структуры цифрового потока без изменения скорости передачи с целью получения свойств случайной последовательности.

Схема включения скремблера и дескремблера в канал связи



Эхокомпенсация

The image features a black background with a large, sweeping blue arc that starts from the top left and curves towards the bottom right. A smaller, darker blue arc follows a similar path below the first one. On the right side, there is a vertical blue rectangular shape that appears to be part of a larger graphic element.

В отличие от выделенных

**четырехпроводных каналов,
характерной особенностью
телефонного канала КТСОП является
наличие участков перехода
двухпроводной части канала в
четырехпроводную.**

Переход

осуществляется при помощи дифференциальных систем, обеспечивающих необходимое затухание по встречным направлениям передачи.

Если эти затухания очень велики, то схему связи можно практически считать четырехпроводной, представляющей собой электрически разомкнутую систему.

Схема телефонных каналов с четырёхпроводным (а) и двухпроводным окончанием (б) с путями прохождения эхо- сигналов (1, 2, 3)

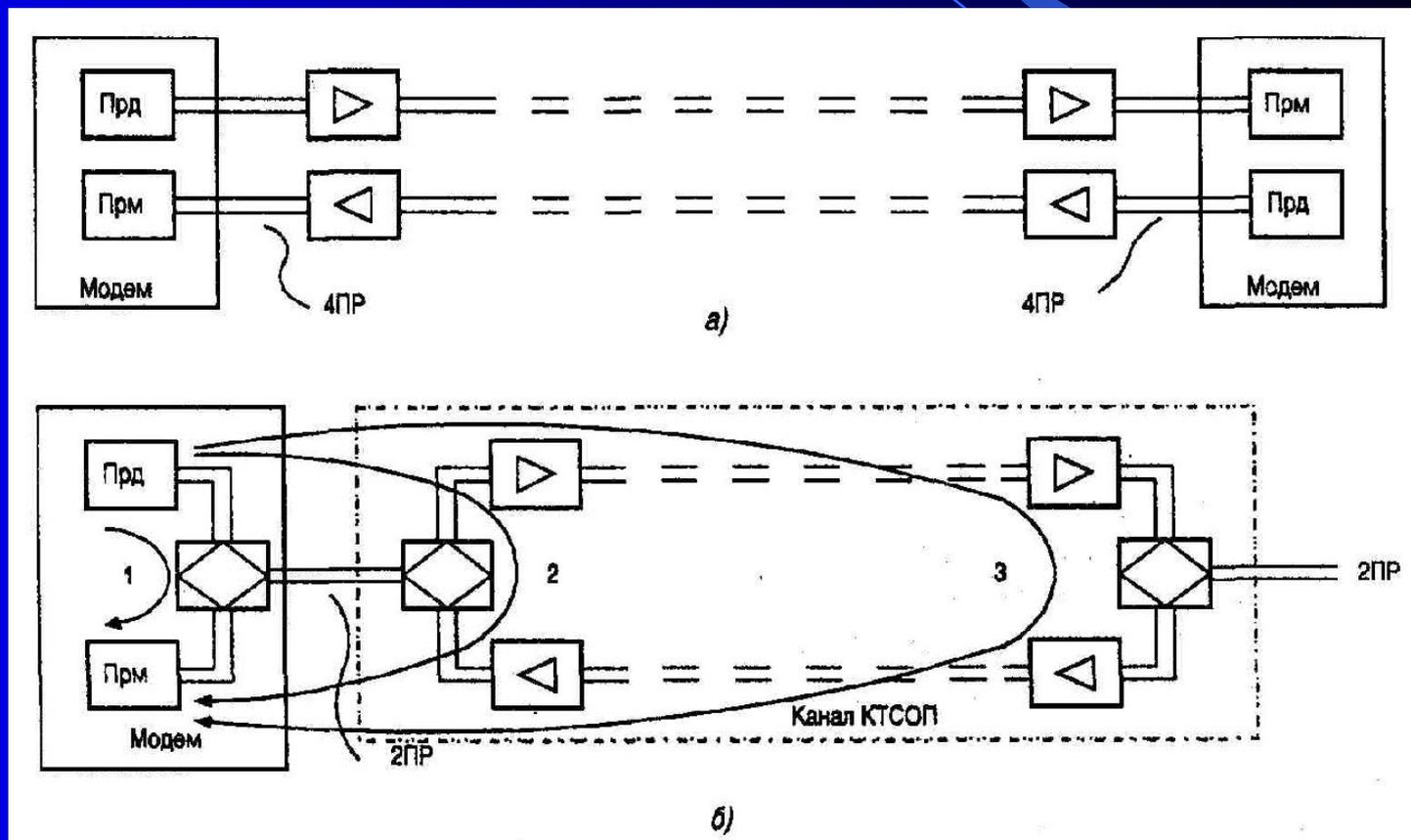
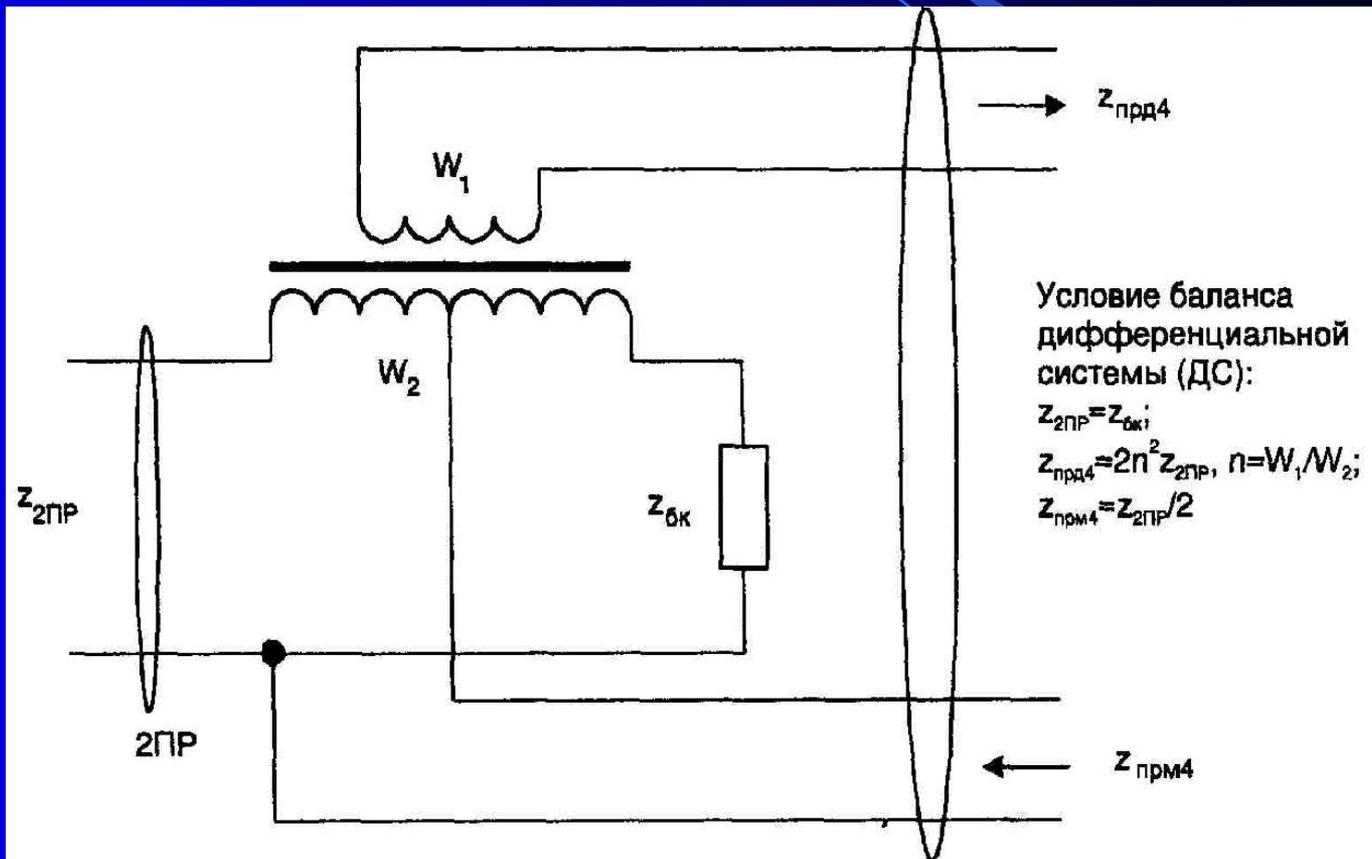


Схема мостовой трансформаторной дифференциальной системы



обеспечить точный баланс

не так просто, как может показаться на первый взгляд.

Причиной этому является как изменения комплексных сопротивлений двух- ($z_{2пр}$) и четырехпроводных ($z_{прд4}$ и $z_{прм4}$) линий, так и их несоответствие номинальным значениям.

**Известны так называемые
самобалансирующиеся**

**дифференциальные системы,
автоматически подстраиваемые под
параметры используемой линии связи.**

**Для борьбы с электрическим эхом
возможно использование
следующих методов:**

- **частотное разделение каналов;**
- **применение самобалансирующихся
дифференциальных систем;**
- **компенсация ЭХО-сигнала.**

При использовании первого метода

**вся полоса пропускания канала
разделяется на два частотных
подканала, по каждому из которых
передается сигнал в одном
направлении.**

**Очевидно, в этом случае нет
возможности использовать полосу
канала в полном объеме.**

Более того,

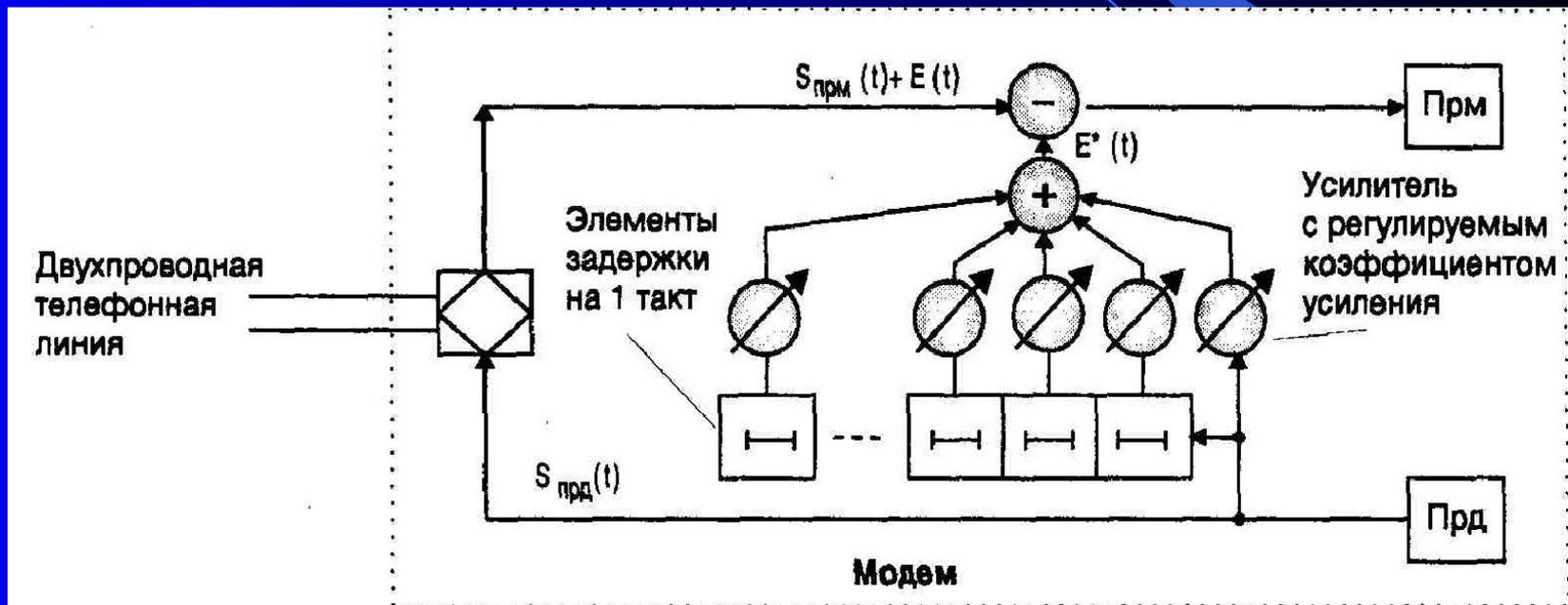
для исключения проникновения боковых гармоник между подканалами приходится вводить защитный частотный интервал.

В результате этого подканалы займут меньше половины полной полосы пропускания канала.

**наибольшее распространение
получил**

**компенсационный метод борьбы с эхо-
сигналом.**

Схема эхо-компенсатора



Суть метода

заключается в том, что модем, обладая информацией о своем собственном передаваемом сигнале, может использовать ее для фильтрации принимаемого сигнала от эхо-помехи.

На этапе установления соединения

каждый модем посылает определенный зондирующий сигнал и определяет параметры эхо-отражения: время запаздывания, амплитудные и фазовые искажения, мощность отраженного сигнала.

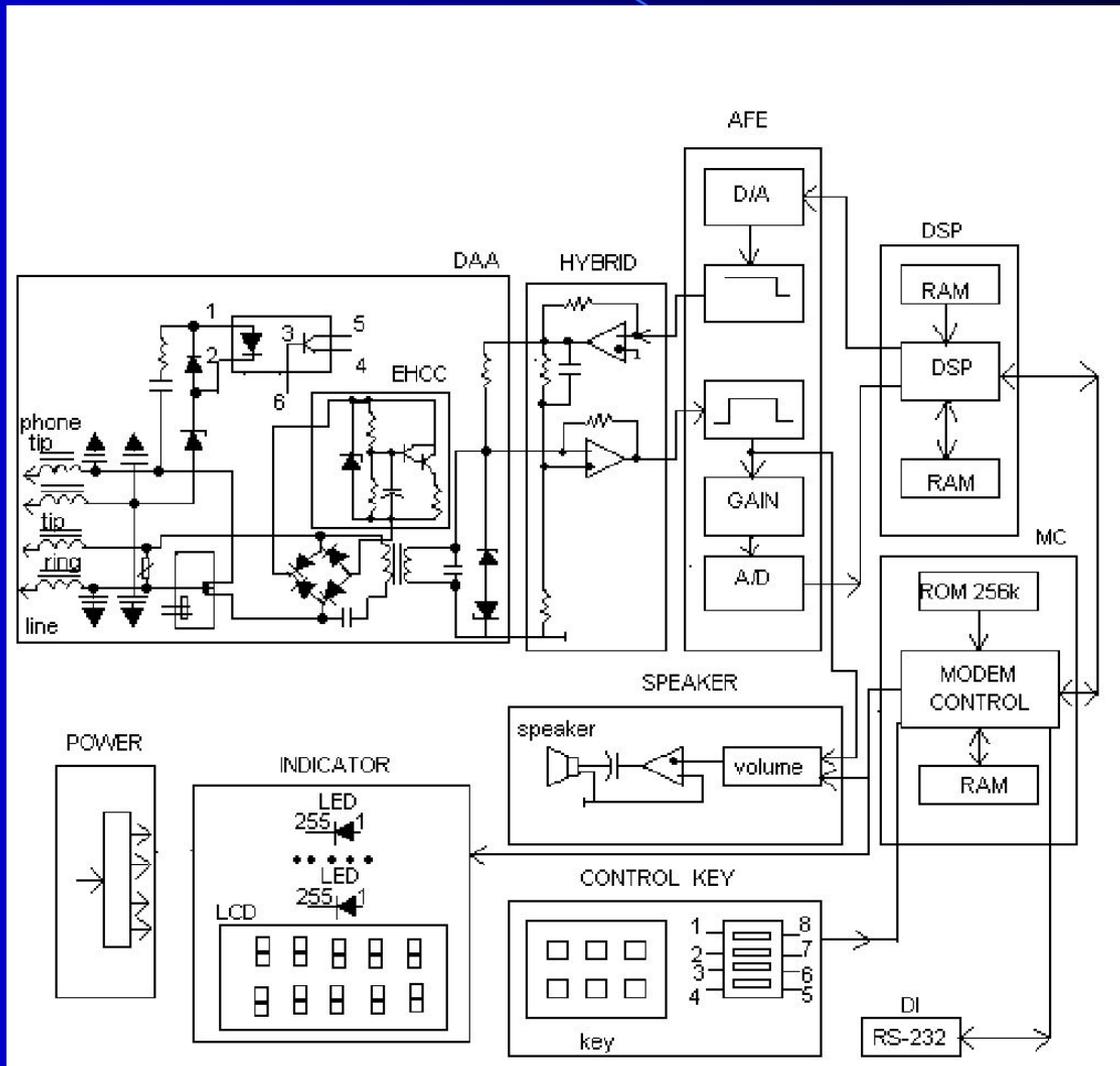
В процессе сеанса связи

эхо-компенсатор модема вычитает из принимаемого входного сигнала свой собственный выходной сигнал, скорректированный в соответствии с полученными параметрами эхо-отражения.

Технология эхо-компенсации

позволяет отвести для дуплексной передачи всю ширину полосы пропускания телефонного канала, однако требует больших вычислительных ресурсов для обработки сигнала.

Блок-схема внешнего модема



функции, поддерживаемые схемой DAA:

- **Обеспечение физического соединения,**
- **защита от перенапряжения и радиопомех,**
- **набор номера и фиксация телефонных звонков,**
- **гальваническая развязка и согласование импеданса**

физическое подключение

**к коммутируемой телефонной линии и
телефонному аппарату обеспечивают
соединители RJ11**

Входные линии защищаются от перенапряжения

- **варистором, который резко уменьшает свое сопротивление при напряжении 400...500 В.**
- **Второй каскад быстродействующей защиты устанавливается во вторичную обмотку трансформатора и реализован на встречновключенных стабилитронах.**

Защита линии от радиопомех,

**излучаемых модемом, выполняется на
обычных LC фильтрах**

Для коммутируемых линий

поддерживаются функции:

- импульсного набора номера,
- "отбоя" (постоянный ток менее 0.5 мА)
и
- "удержания линии" (постоянный ток более 8 мА).

В новых разработках

**часто используется схема
Electronic Holding Call Circuit (ЕНСС).**

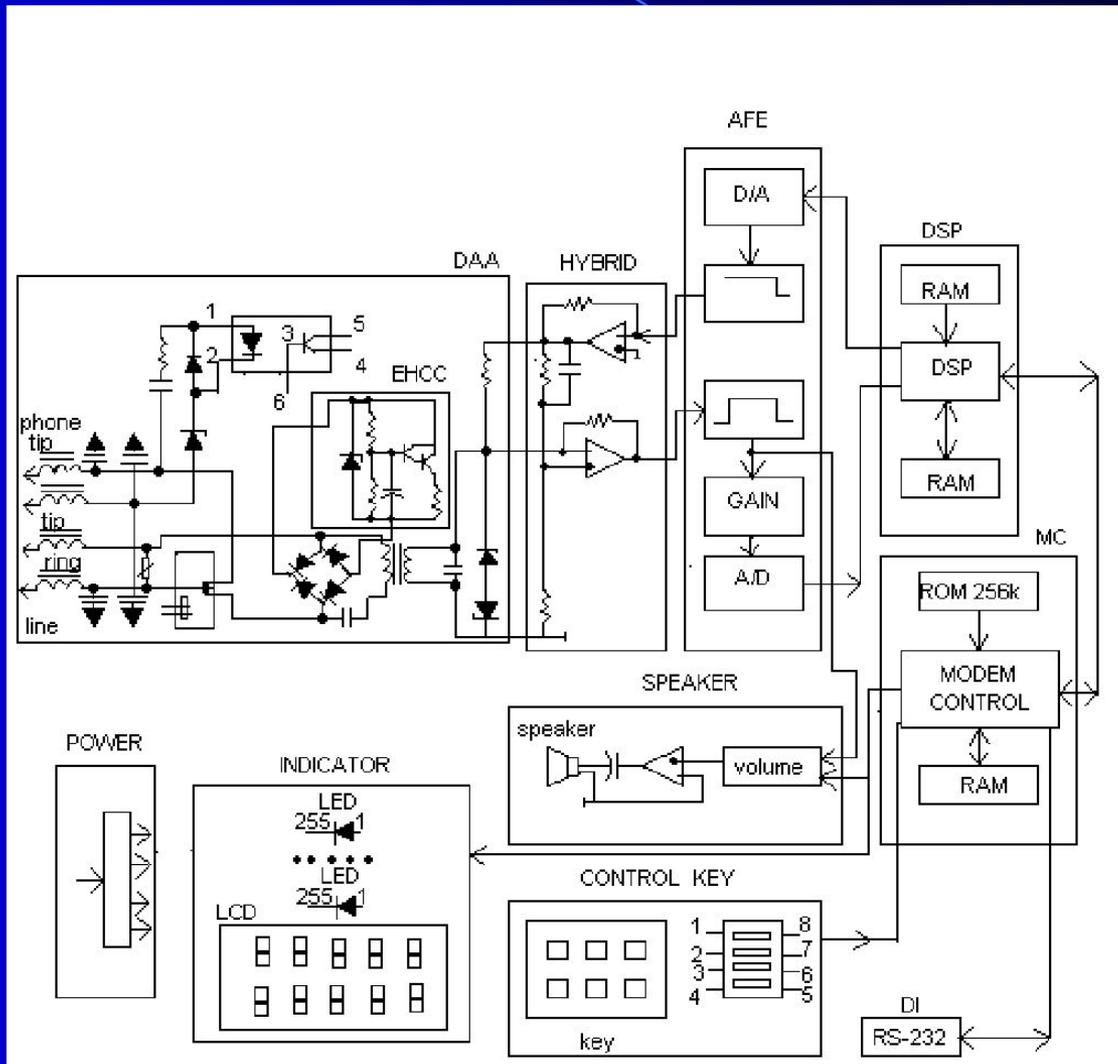
Дифференциальная система (HYBRID)

Цель дифференциальной системы - переход от двухпроводной линии к четырехпроводной схеме аналогового окончания модема.

Узел компенсирует проникновение выходного сигнала во входной (ближнее эхо), что повышает реальную чувствительность.

Аналоговый фронт (Analog Front End - AFE)

Блок-схема внешнего модема



Сигнальный процессор (Digital Signal Processor - DSP)

Рекомендация ITU-T скорость передачи б/с	V.22bis 2400	V.32 bis 1440 0	V.34 2880 0 (33600)
разрядность, бит	16	16	16
Быстродействие, MIPS	5	20	30 (35-40)
ресурс ПЗУ/ОЗУ, Кбит*разр.	2*16/0.124*16	8*16	32*16
пример DSP	TMS320C10	ADSP2115	DSP1633F

Контроллер (Modem Controller -MC)

- **поддержка интерфейса с компьютером,**
- **управление DSP,**
- **реализация протоколов коррекции ошибок и сжатия информации,**
- **управление пользовательским интерфейсом и взаимодействие с энергонезависимой памятью**

Звук (SPEAKER).

Наиболее часто узел звука строится по схеме:

- сигнал снимается после фильтра, но до АРУ;
- громкостью управляет контроллер с помощью микросхемы коммутатора напряжения;
- фильтр вносит предискажение АЧХ для линейаризации характеристик конкретного типа динамика;
- микросхема LM386, запитанная от +5 В, усиливает сигнал;
- для четырехпроводных устройств одновременно воспроизводится как входной, так и выходной сигнал.