

**Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича**

«СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ»

4-й курс,8-й семестр

Материалы к лекциям

Часть 2

Лектор – проф. Когновицкий О. С.

2011/2012-й учебный год

**Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича**

«СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ»

4-й курс, 8-й семестр

Материалы к лекциям

Часть 2

Лектор – проф. Когновицкий О. С.

Лекционных занятий – 48 часов

Лабораторных занятий – 14 часов

Практических занятий – 14 часов

Формы контроля знаний студентов:

- **Зачет по лабораторным работам;**
- **Зачет (с оценкой) по курсовому проектированию;**
- **Экзамен по курсу.**

Лаб. занятия проводят – асс Владимиров С.С., ст. пр.

Новодворский М.С.,

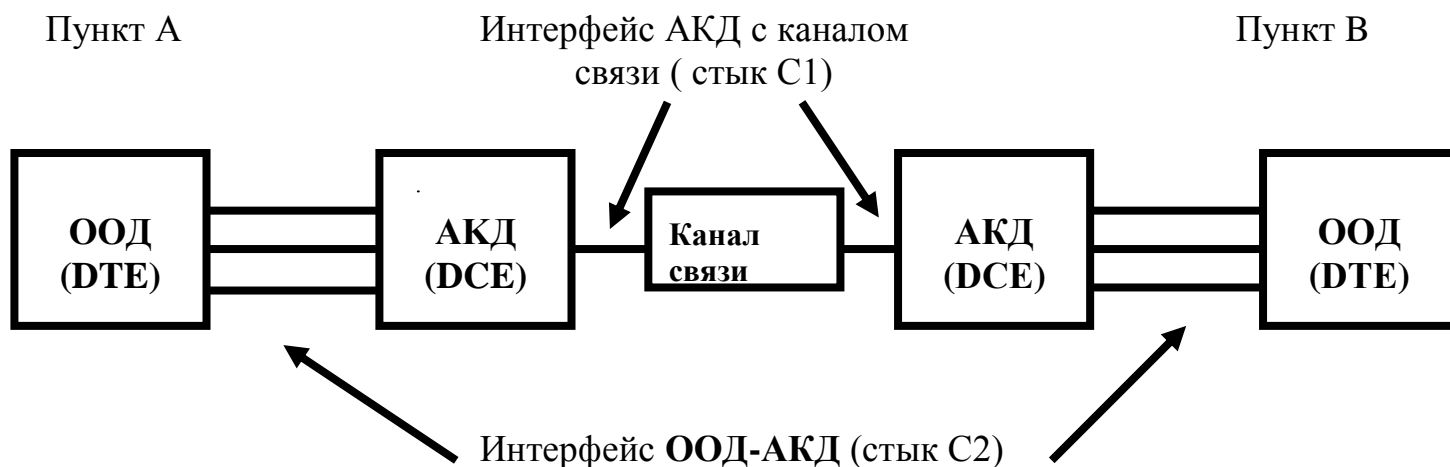
Упражнения (курс .пр.) проводят - доц. Дементьев А. И., ст.пр.

Новодворский М.С.

2011/2012-й учебный год

4. Модемы

Рис. 4.1. Блок-схема системы передачи данных.



КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕМОВ

1. По области применения:

- для коммутируемых телефонных каналов;
- для выделенных телефонных каналов;
- для физических линий;
- для цифровых систем передачи;
- для пакетных радиосетей;
- для сотовых систем связи.

2. По методу передачи:

- синхронные модемы;
- асинхронные модемы;
- асинхронно-синхронные модемы.

3. По интеллектуальным возможностям:

- без системы управления;
- поддерживающие набор AT-команд;
- с поддержкой протокола V.25bis;
- с фирменной системой команд.

4. По конструкции:

- внешние;
- внутренние;
- портативные;
- групповые.

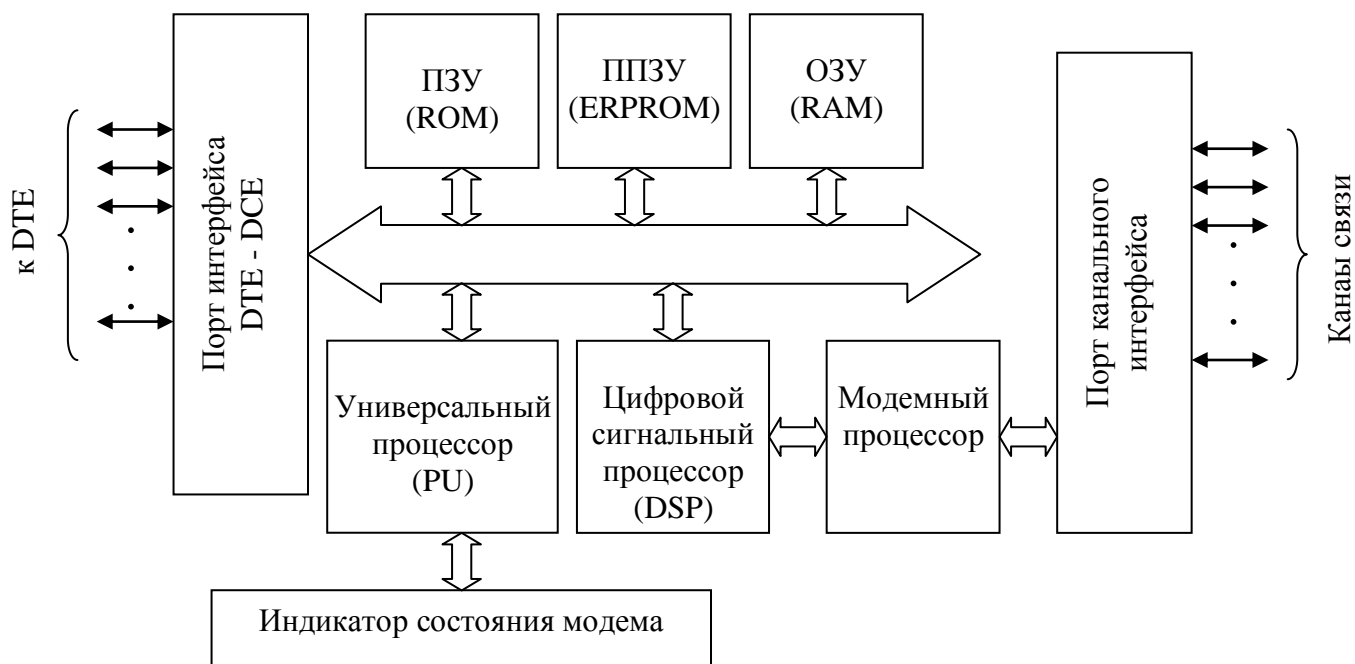


Рис.4.2. Устройство современного модема

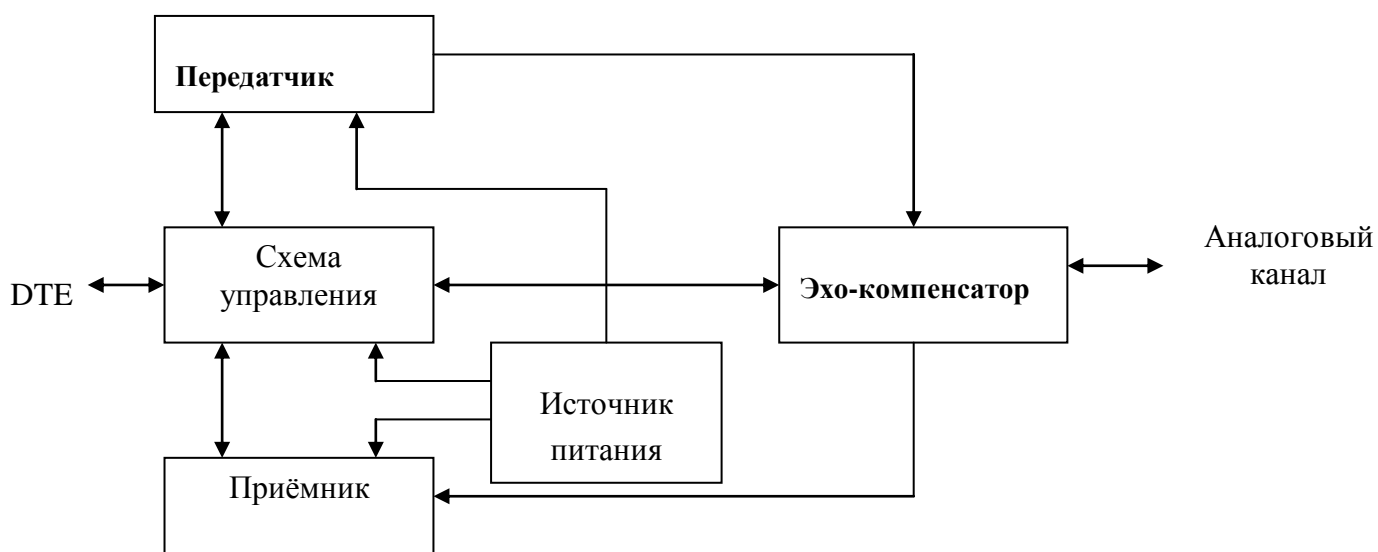


Рис.4.3. Схема синхронного модема

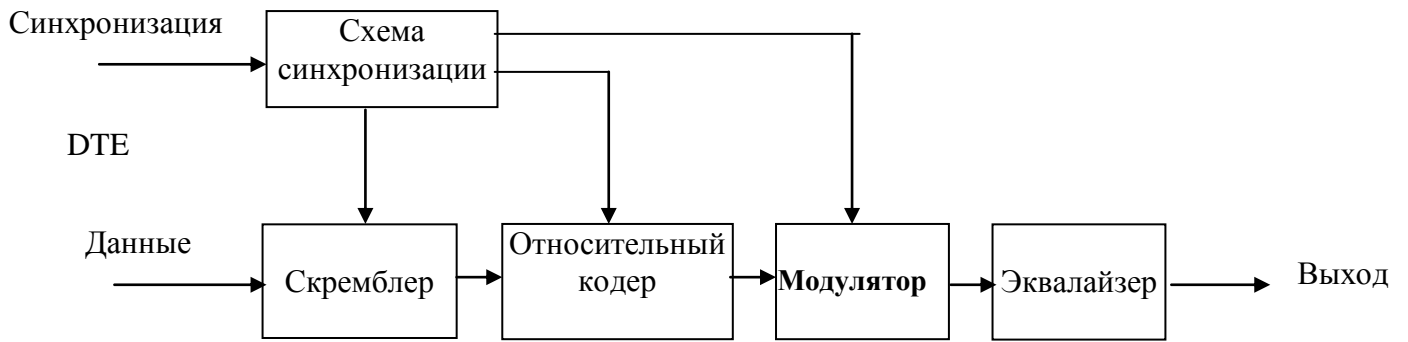


Рис. 4.4. Схема передатчика синхронного модема

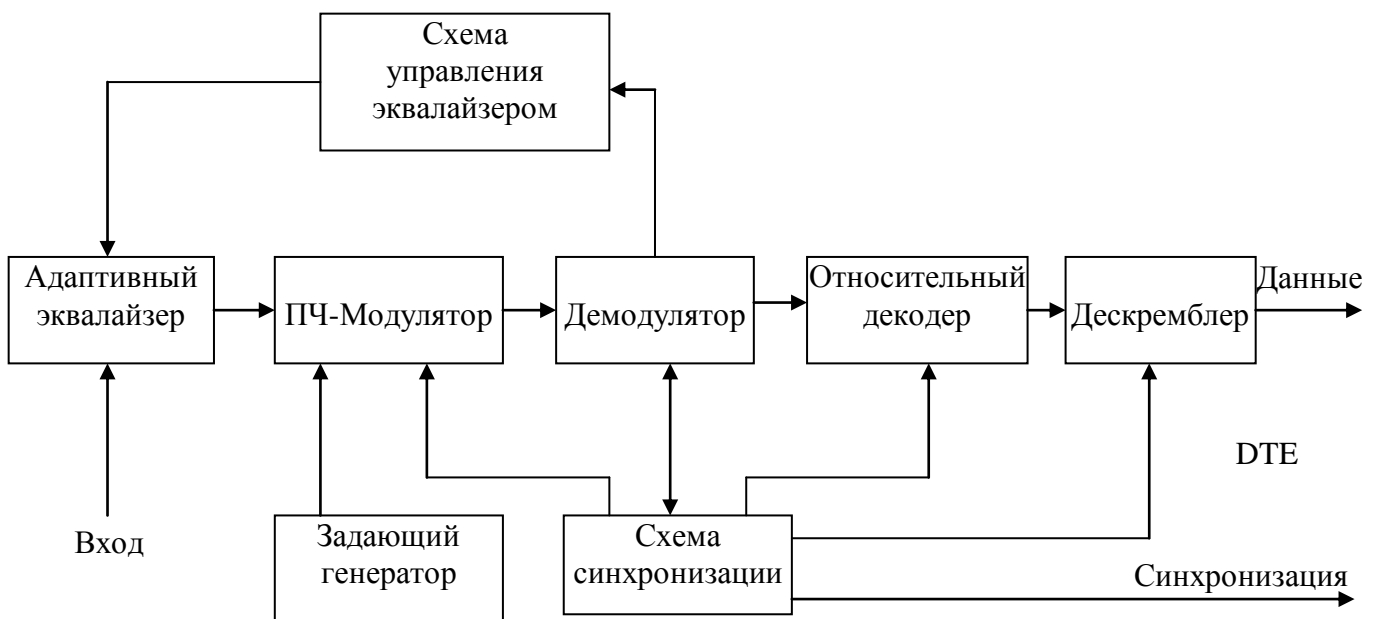


Рис. 4.5. Схема приёмника синхронного модема

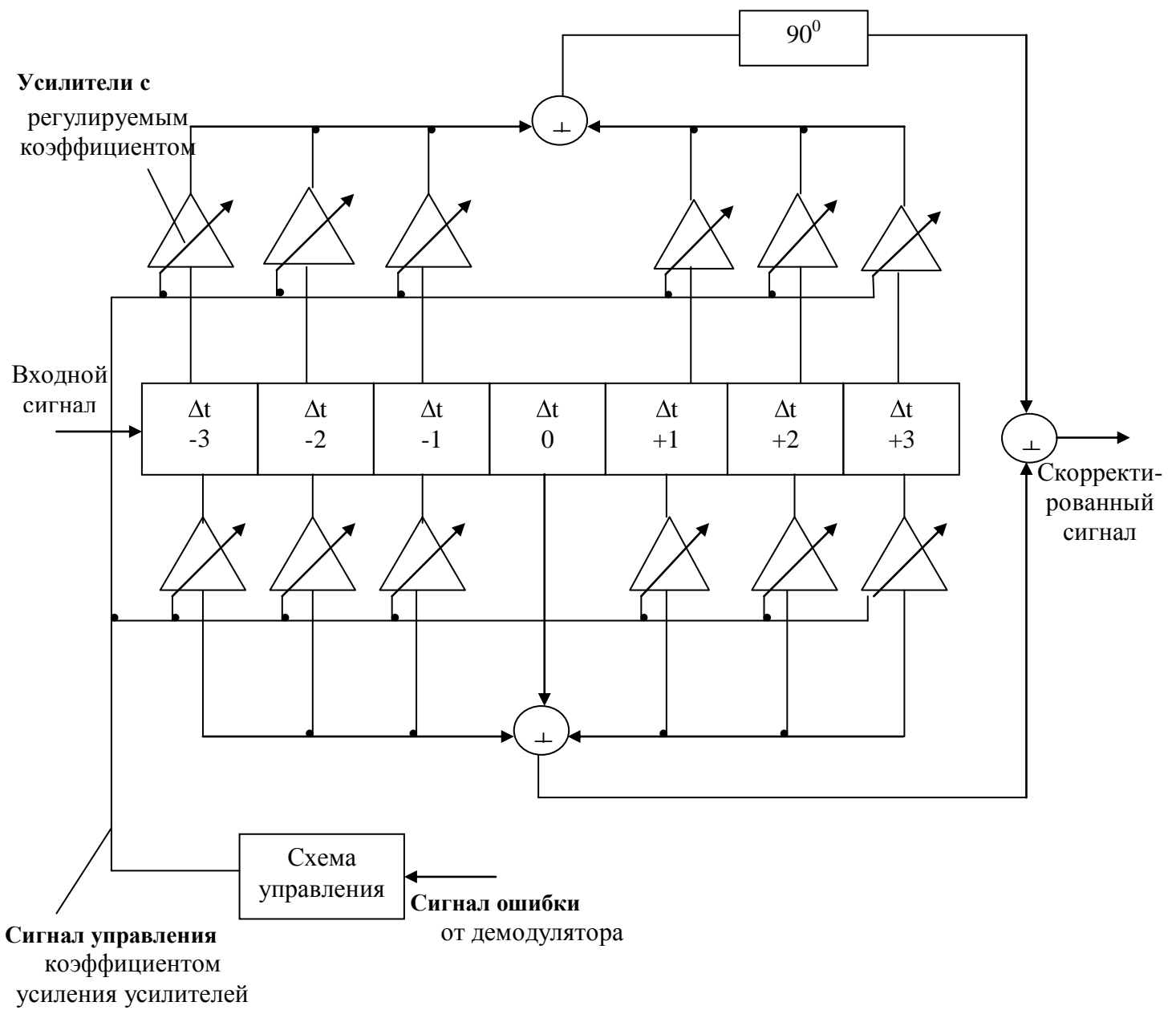


Рис.4.6. Адаптивный эквалайзер

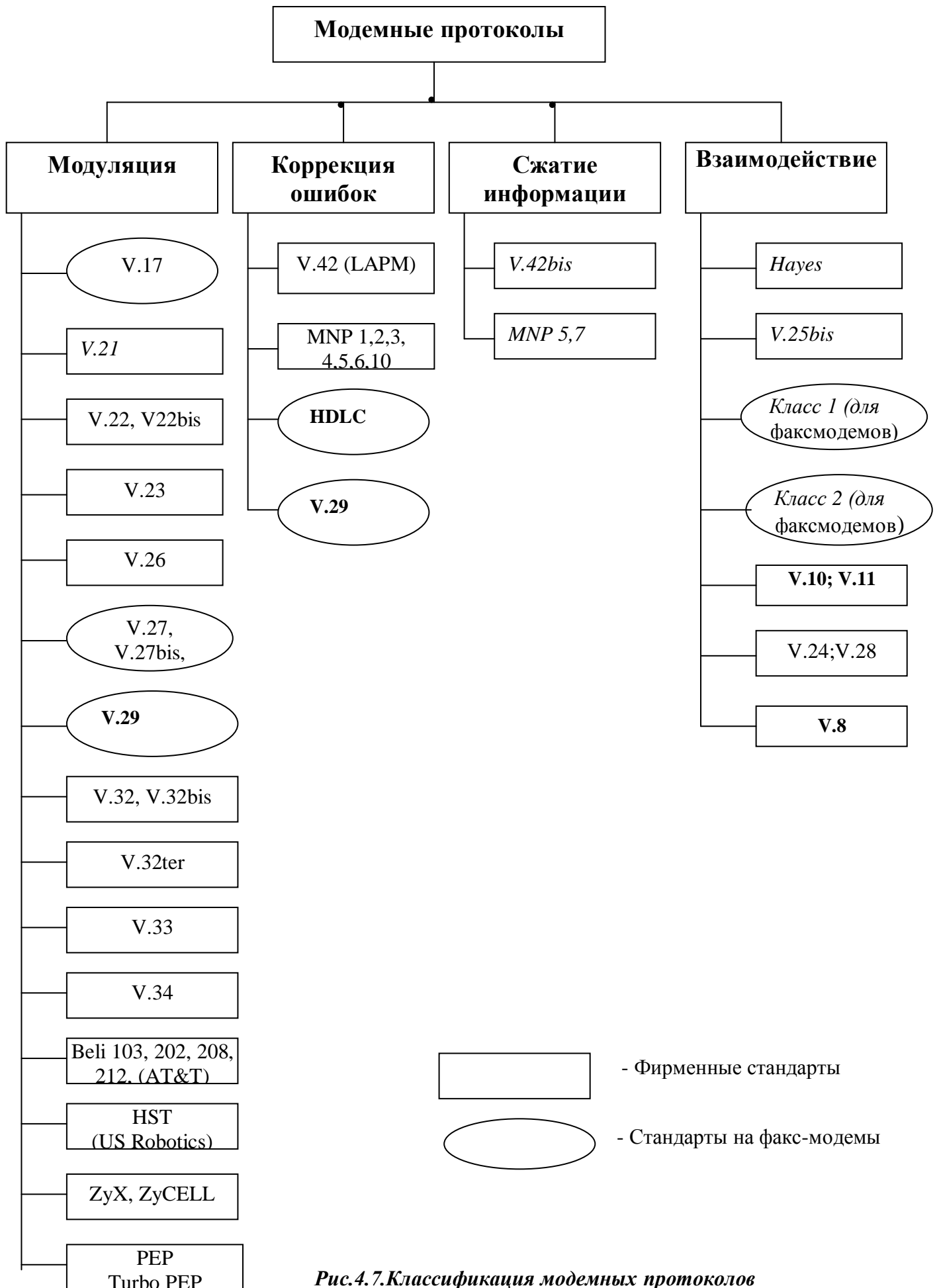


Рис.4.7.Классификация модемных протоколов для ТФОП

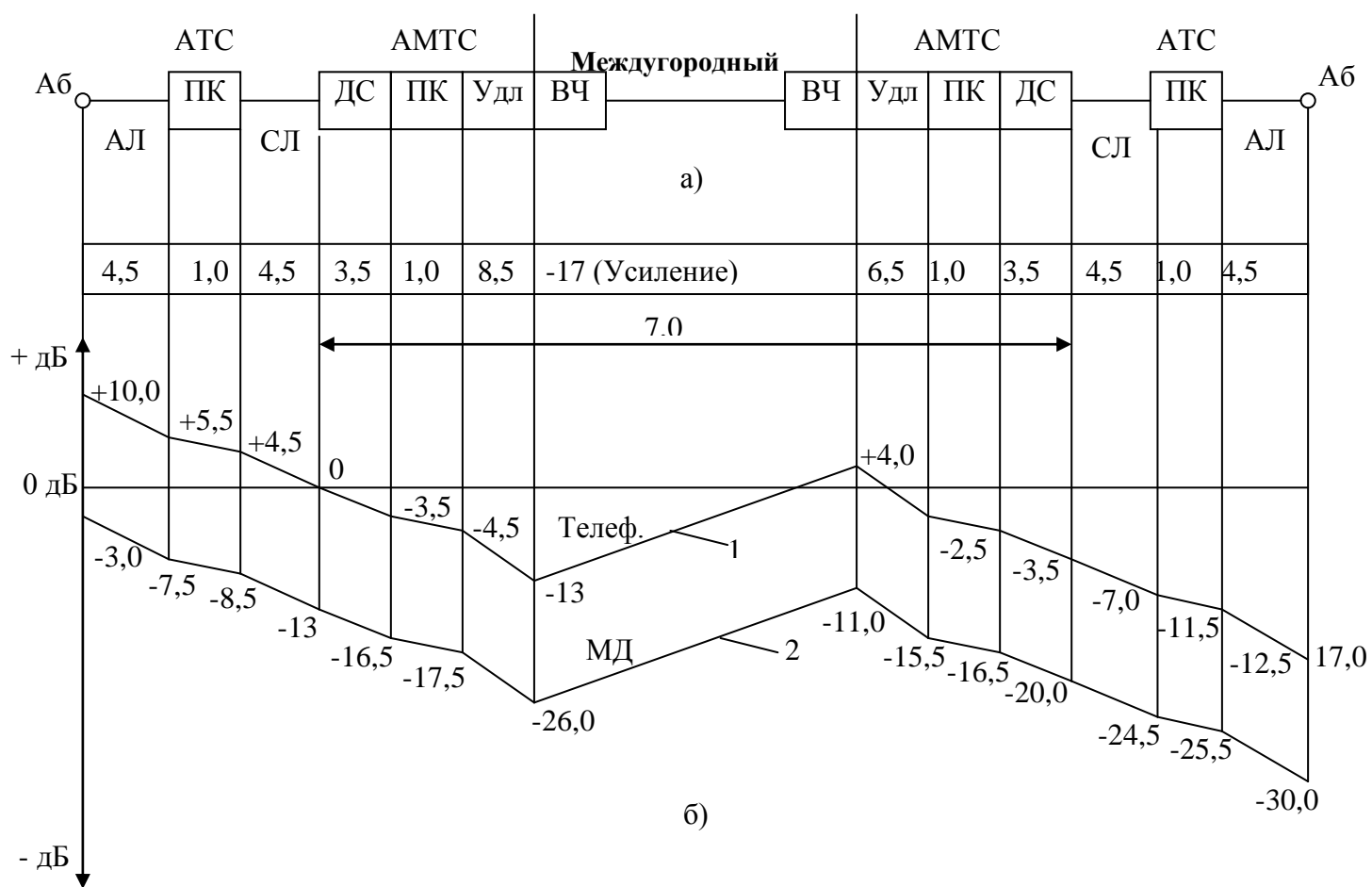


Рис. 4.9. Распределение уровней сигналов по телефонному тракту

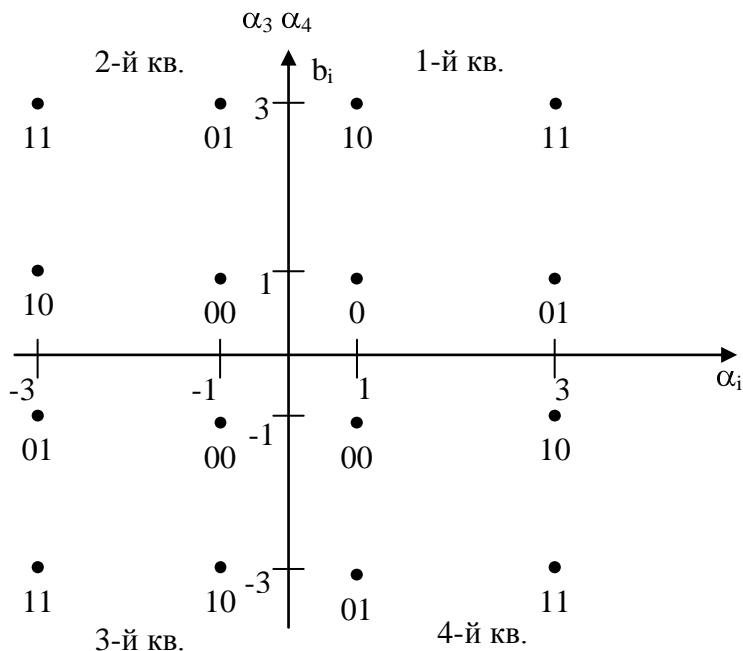
Современные модемные технологии.

1. V.22bis

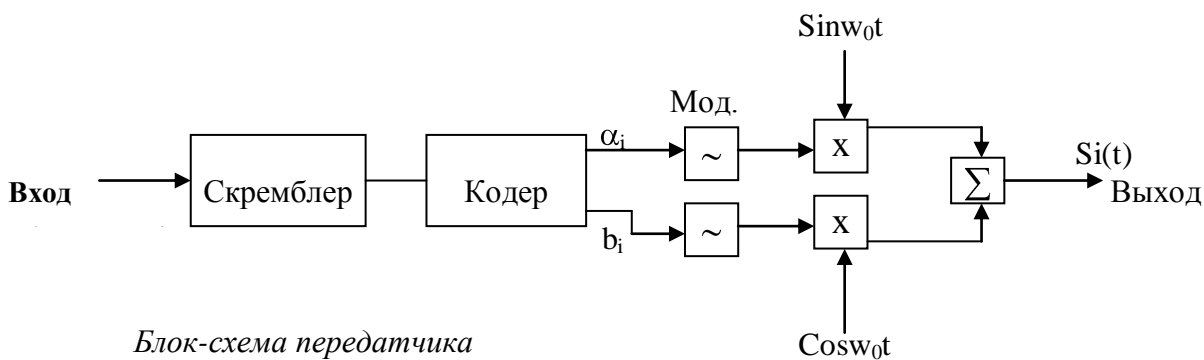
КАМ-16

Сигнальные точки: $(\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4)$ – квадбит
 $V = 2400$ бит/с. ($V_{лин} = 600$ Бод)

$\alpha_1 \alpha_2$	$\Delta\phi$	Переход
00	90°	1 → 2 2 → 3 3 → 4 4 → 1
01	0°	1 → 1 2 → 2 3 → 3 4 → 4
11	270°	1 → 4 2 → 1 3 → 2 4 → 3
10	180°	1 → 3 2 → 4 3 → 1 4 → 2



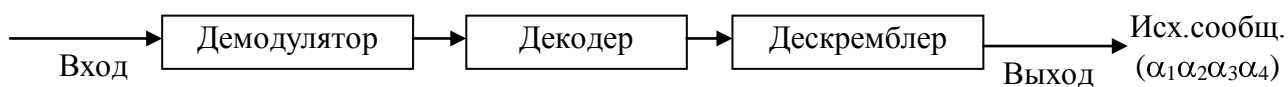
$$(\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4) = (00 \ 01)$$



$$U_i = \sqrt{\alpha_i^2 + b_i^2}$$

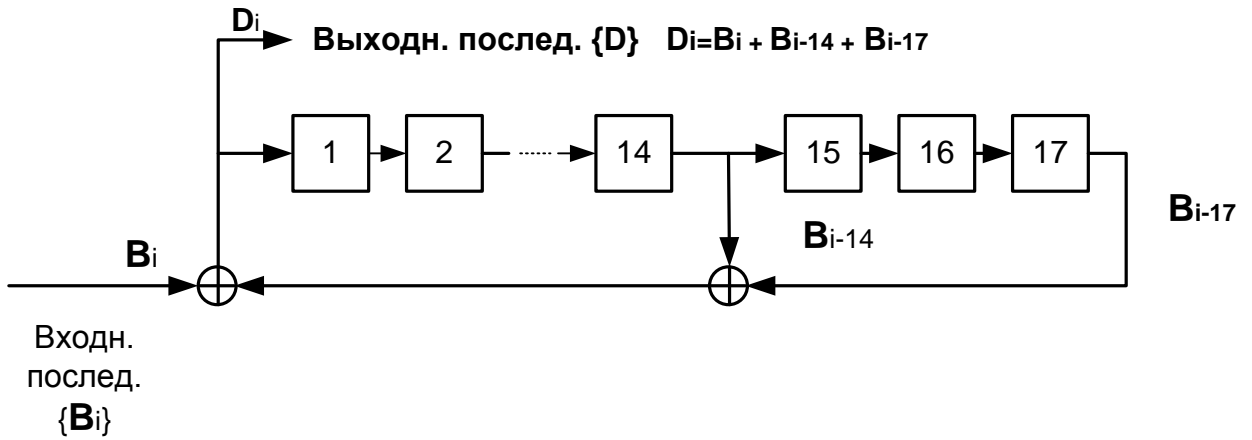
$$\text{tg} \phi = b_i / \alpha_i ;$$

$$S_i(t) = \alpha_i \text{Sin} w_0 t + b_i \text{Cos} w_0 t = U_i \text{Sin}(w_0 t + \phi);$$

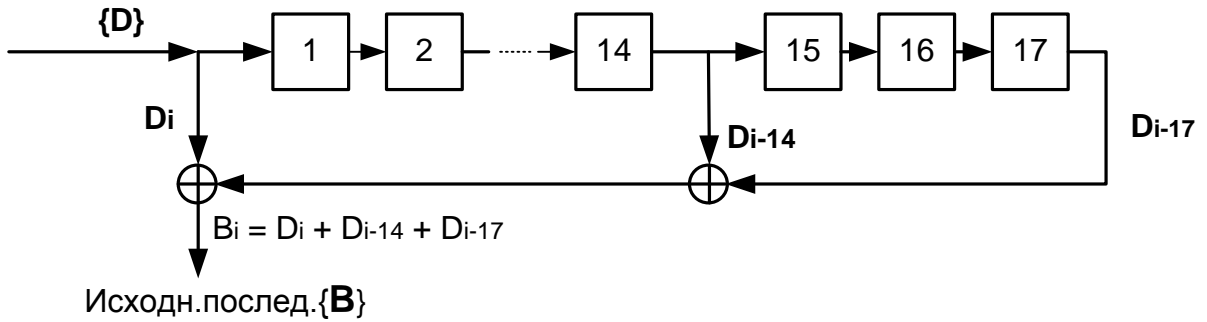


а). Скремблирование с самофазированием

Скремблер: $P(x) = 1 + x^{-14} + x^{-17}$

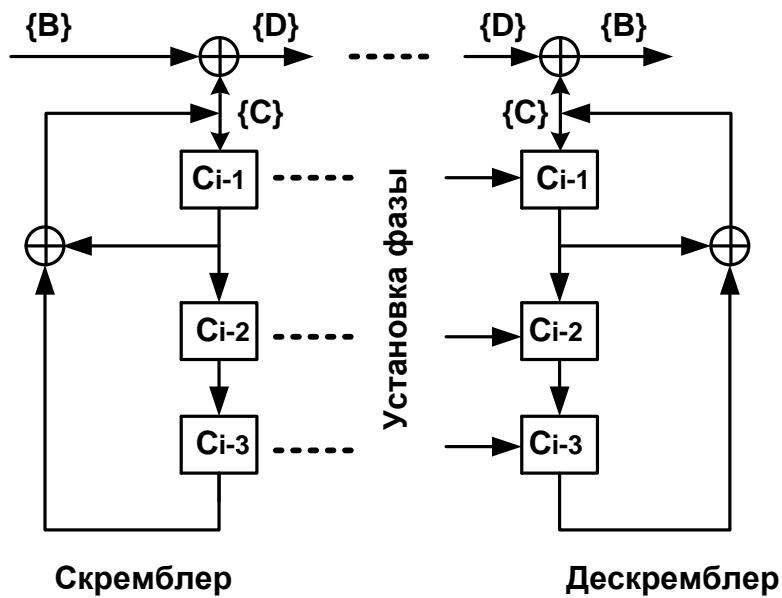


Дескремблер:



Недостаток – размножение ошибок

б). Пример скремблирования с принудительной установкой фазы



Отсутствует размножение ошибок

Принципы построения сверточных кодов.

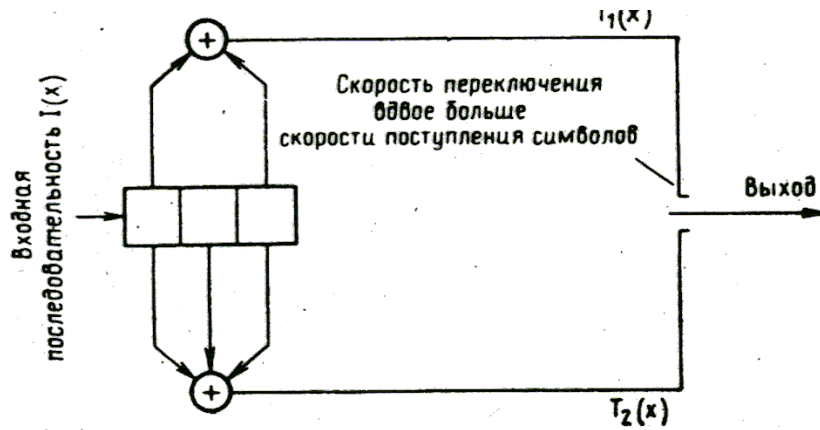


Рис. 6.1. Кодер для сверточного кода со скоростью $1/2$ и с кодовым ограничением 3

$$G = \begin{bmatrix} 11 & 01 & 11 & 00 & 00 & 00 & \dots \\ 00 & 11 & 01 & 11 & 00 & 00 & 00 & \dots \\ 00 & 00 & 11 & 01 & 11 & 00 & 00 & 00 & \dots \\ \vdots & & & & & & & & \end{bmatrix} \cdot$$

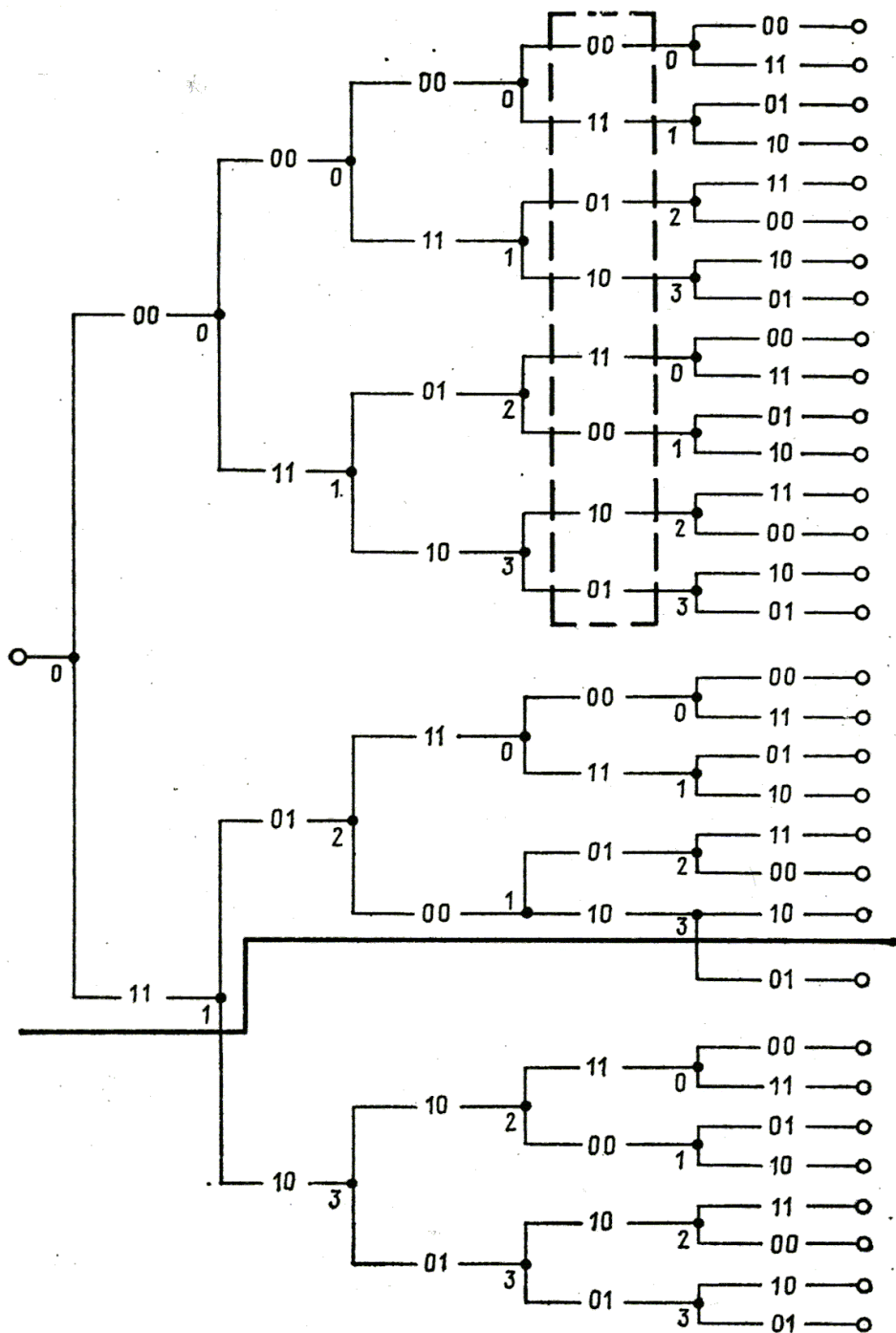


Рис. 6.2. Дерево для сверточного кода с кодовым ограничением 3. В каждой паре верхняя ветвь соответствует входному символу 0, нижняя 1

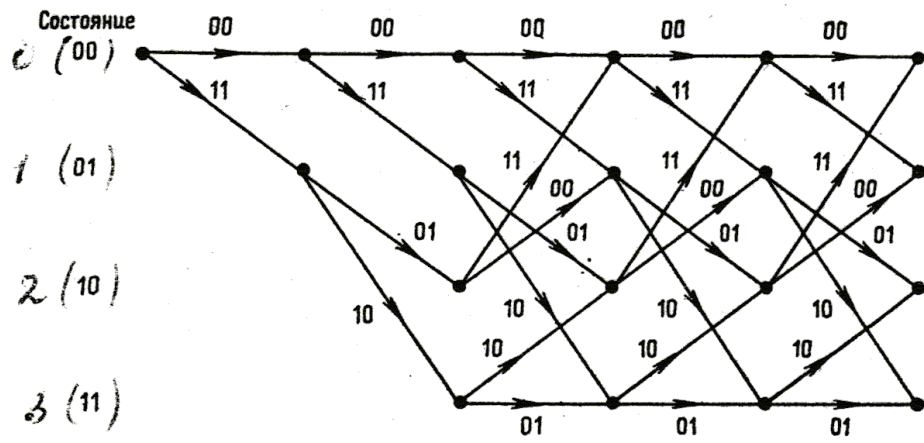


Рис. 6.3. Решетка для сверточного кода с кодовым ограничением 3

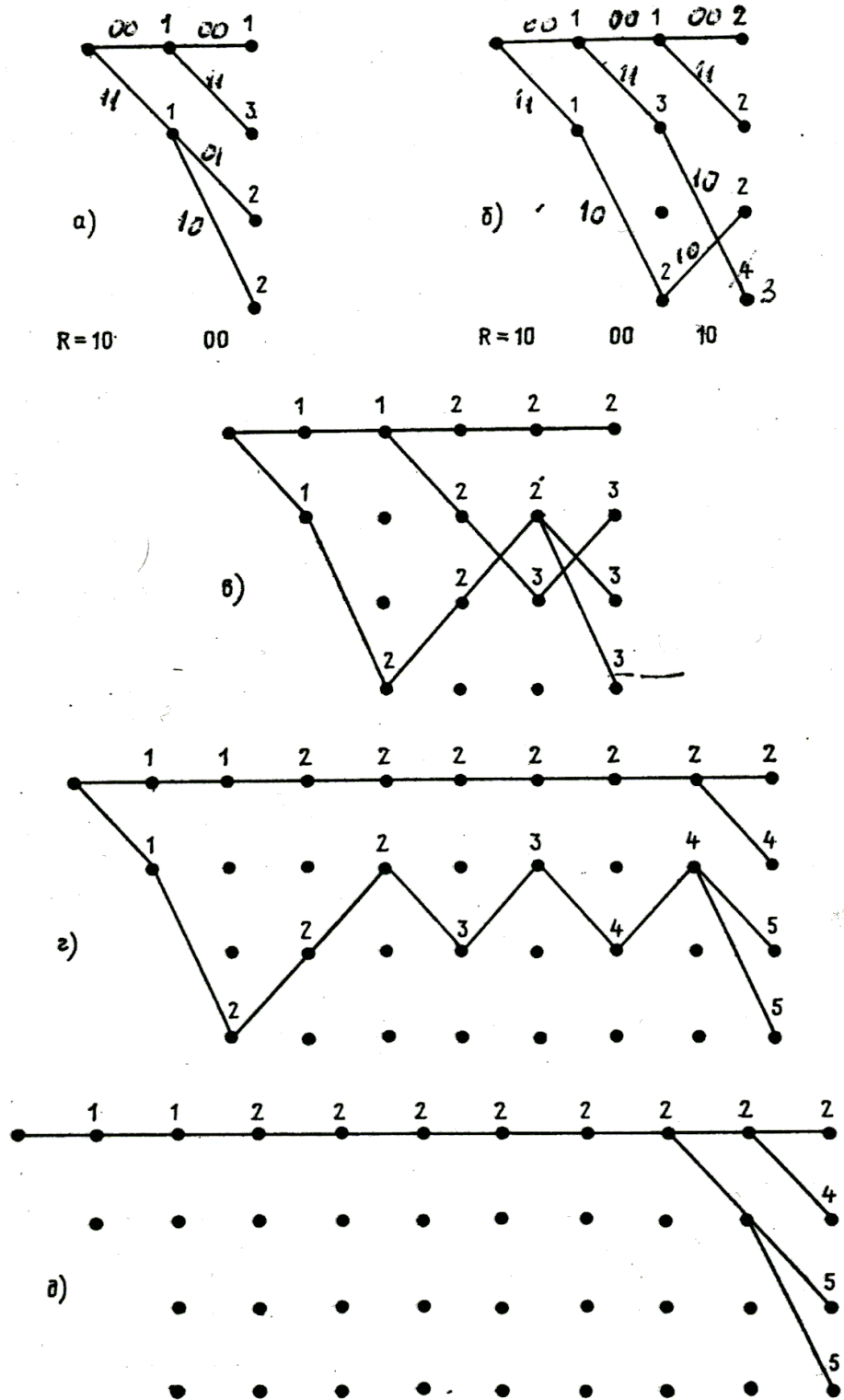


Рис. 6.4. Иллюстрация примера декодирования исправляемой комбинации ошибок с помощью алгоритма Витерби

2. V.32

- ❖ дуплексная передача по 2-х проводным телеф. линиям;
- ❖ эхо-компенсация;
- ❖ скорости: $V = 2400, 4800, 9600$ бит/с;
- ❖ модуляция: КАМ-16, КАМ-32, $f_{нес} = 1800 \pm 7$;
- ❖ скремблирование с самофазированием.

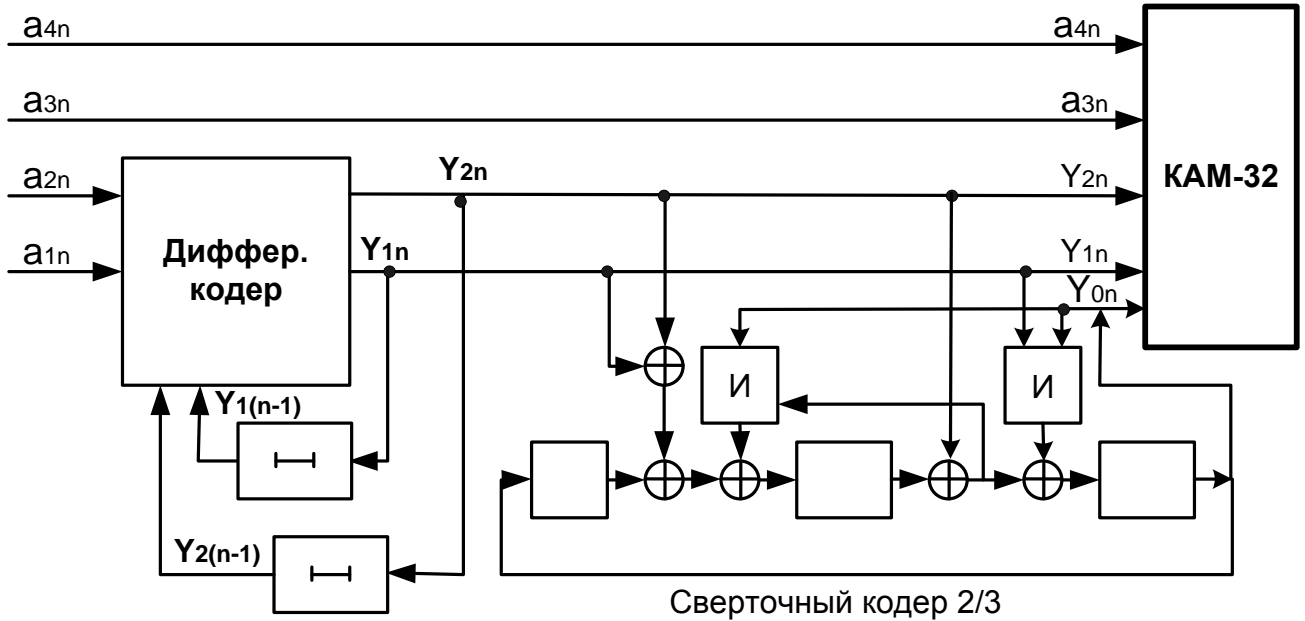
1) **КАМ-16** (безизбыточное кодирование), $V = 9600$ бит/с ($V_{л} = 2400$ Бод)

($a_1 a_2 a_3 a_4$)

$a_1 a_2$ – квадрант

$a_3 a_4$ – сигн. точка

2) КАМ-32 с решетчатым кодированием



Вход: ($a_1 a_2 a_3 a_4$) → на выходе кодера ($Y_0 Y_1 Y_2 a_3 a_4$) – СКР

Скорость остается равной $V = 9600$ бит/с.

КАМ-32.

Скорость модуляции = 2400 Бод.

Пропускная способность канала: $2400 * 5 = 12000$ бит/с.

Дифференциальный кодер

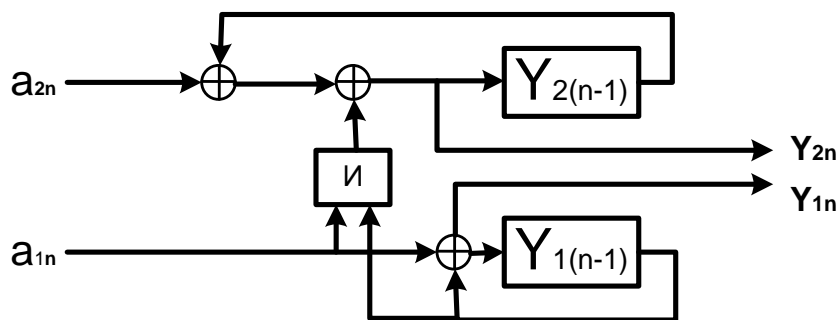
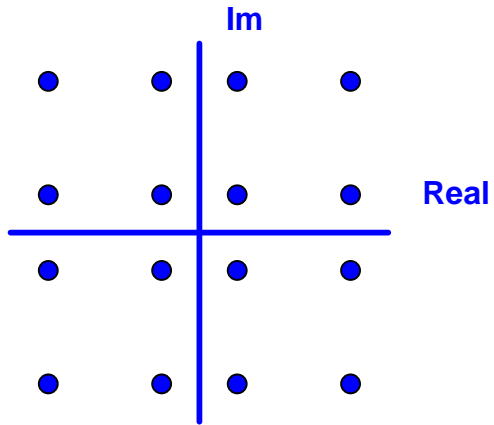
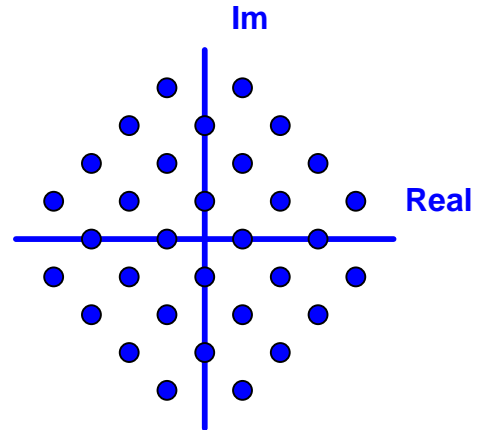


Диаграмма V.32

Для 9600 бит/с
без треллис-кодирования
КАМ-16

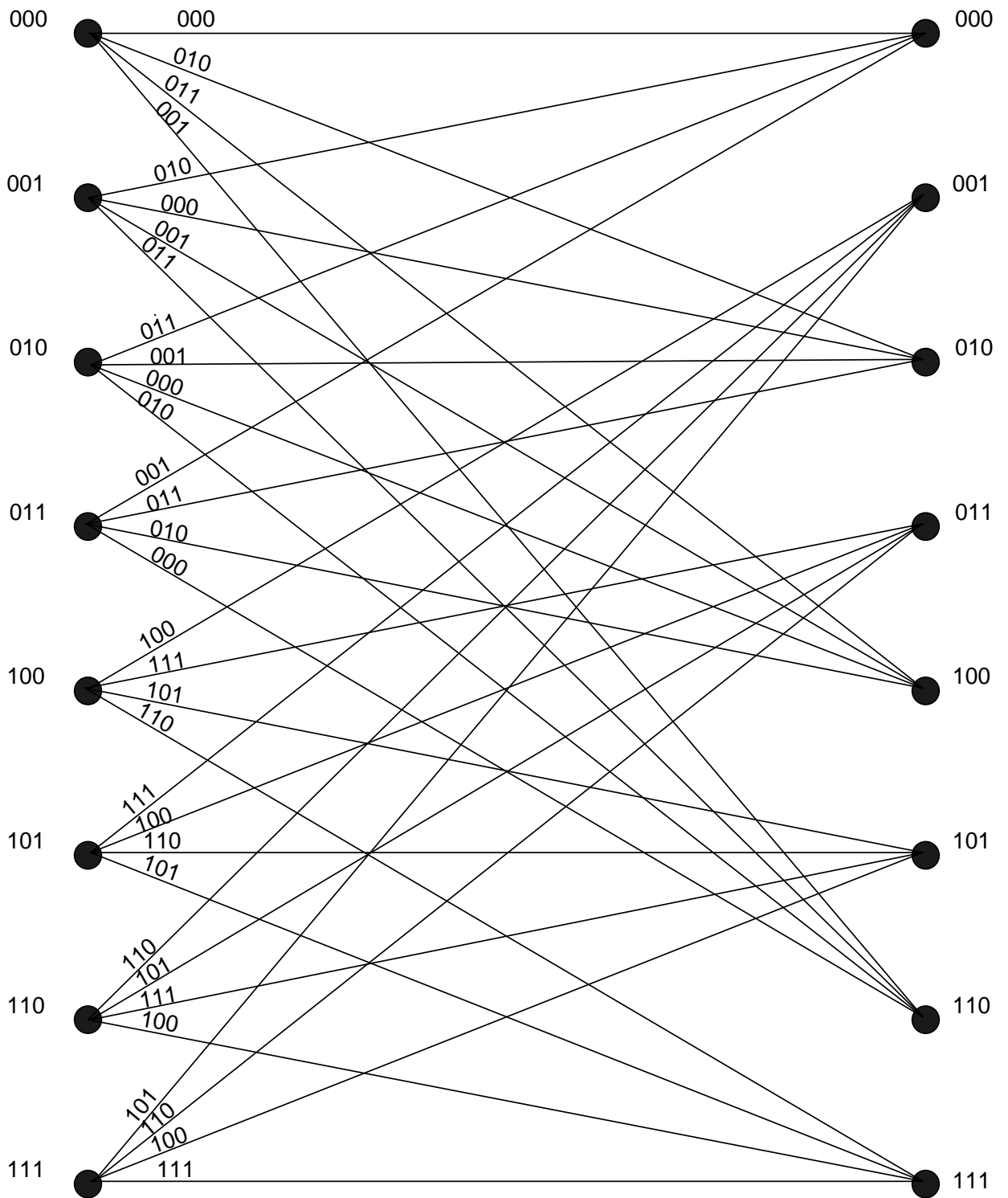


Для 9600 бит/с
с треллис-кодированием
КАМ-32



КАМ-32. Значения позиций

Решетка V.32



Предыдущее состояние
кодера (S_0, S_1, S_2)

Значения элементов
выбора пути (Y_0, Y_1, Y_2)

Текущее состояние
кодера (S_0, S_1, S_2)

3. V.32 bis

- Дуплексный по 2-х проводным линиям (ком./неком.);
- Эхокомпенсация;
- Скорости: $V = 14400, 12000, 9600, 7200$ – с треллис-кодир-нием

КАМ-128 КАМ-64 КАМ-32 КАМ-16
 СКК: (6+1пэ) (5+1) (4+1) (3+1)

Вход кодера	$(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6)$	$(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5)$	$(a_1 a_2 a_3 a_4)$	$(a_1 a_2 a_3)$
Выход	$(Y_0 Y_1 Y_2 a_3 a_4 a_5 a_6)$	$(Y_0 Y_1 Y_2 a_3 a_4 a_5)$	$(Y_0 Y_1 Y_2 a_3 a_4)$	$(Y_0 Y_1 Y_2 a_3)$
Скорость	14400 бит/с (16800)	12000 бит/с (14400)	9600 бит/с (12000)	7200 бит/с (9600)

- Скорость: 4800 бит/с – без треллис-кодирования
- Линейная скорость – 2400 Бод
- $f_H = 1800 \pm 7$ Гц
- Совместимость с модемом V.32 на скоростях 9600 и 4800 бит/с;
- Процедура смены скорости передачи во время сеанса связи без разрыва соединения;
- Симметричный режим передачи, т.е. скорости передачи и приема каждого взаимодействующего модема должны быть одинаковыми;
- Спектр сигнала ограничен полосой частот от 600 Гц до 3000 Гц;
- Самофазирующееся скремблирование
 Вызывающий модем: $P(x) = 1 + x^{-18} + x^{-23}$
 Вызываемый модем: $P(x) = 1 + x^{-5} + x^{-23}$

4. V.33

- Дуплексный, по 4-х проводной выделенной тлф. Линии
- Треллис-модуляция: КАМ-64, КАМ-128
 $V=12000$ бит/с $V=14400$ бит/с
 (5+1) (6+1)
- Линейная скорость: 2400 Бод
- Самофазируемое скремблирование
 $P(x) = 1 + x^{-18} + x^{-23}$

5. V.34 (МСЭ-Т, сентябрь 1994 г.)

Скорость $R \leq 28800$ бит/с по телефон. линиям

- Модуляция: многопозиционная КАМ с решетчатым кодированием на 16, 32 и 64 состояния;
- Параметры СКК: *амплитуда, фаза, время*. четырехмерное пространство; одна сигнальная точка может переносить от одного до девяти бит; максимальное среднее значение - 8,4 бита на одну

сигнальную точку; предусмотрено 50 различных сигнальных конструкций в четырехмерном пространстве;

- Выбор несущей: 1600, 1646, 1680, 1800, 1829, 1867, 1920, 1959, 2000 Гц.
- Скорости передачи: от 2400 до 28800 бит/с (с шагом 2400)
Адаптация по скорости.
- Линейная скорость: 2400, 2743, 2800, 3000, 3200, 3429 (симв./сек.); для канала ТЧ, не позволяющего расширить полосу пропускания, максимально допустимой скоростью передачи сигналов является скорость 3000 симв/сек. При этой символьной скорости возможна скорость передачи данных на скорости 26400 бит/с
- Дуплексная передача – асимметричная
- Адаптивная коррекция АЧХ.

6. V.34+ (октябрь 1996 г.)

$R \leq 33,6$ бит/с.

- 2-х проводные коммутируемые и выделенные линии;
- дуплексные;
- повышение скорости - 1 символ может переносить в среднем (максимум) 9,8 бит; тогда $R_{\max} = V_{\max} \times 9,8 = 3429 \times 9,8 = 33,6$ Кбит/с.

Характеристики протоколов модуляции модемов для ТФОП

Рекомендация	Скорость модуляции, Бод	Скорость передачи, бит/с	Режим передачи	дуплекс/полудуплекс	модуляция	Тип линии	Тип окончания
V.17 (fax)	2400	14400,1200, 9600, 7200	синхр.	ПДП	СКК 128, 64, 32, 16	КОММ	2 ПР
V.21	300	300	любой	ДПЛ	ЧМ	КОММ., ВЫДЕЛ.	2 ПР
V.22	600	1200, 600	любой	ДПЛ	ДОФМ, ОФМ	КОММ., ВЫД.	2 ПР
V.22 bis	600	2400, 1200	любой	ДПЛ	КАМ 16, КАМ 4	КОММ.	2 ПР
V.23	1200, 600	1200, 600	любой	ДПЛ	ЧМ	КОММ.	2 ПР, 4 ПР
V.26	1200	2400	синхр.	ДПЛ	ДОФМ	ВЫД.	4 ПР
V.26 bis	1200	2400, 1200	синхр.	ПДП	ДОФМ, ОФМ	КОММ	2 ПР
V.26 ter	1200	2400, 1200	любой	ДПЛ	ДОФМ, ОФМ	КОММ	2 ПР
V.27 (fax)	1600	4800	синхр	любой		ВЫД	4 ПР
V.27 bis (fax)	1200,1600	4800, 2400	синхр	любой	ОФМ8, ДОФМ	ВЫД	2 ПР, 4 ПР
V.27 ter (fax)	1200, 1600	4800, 2400	синхр	ПДП	ОФМ8, ДОФМ	КОММ	2 ПР
V.29 (fax)	2400	9600, 7200, 4800	синхр	любой	КАМ 16, 8	ВЫД	
V.32	2400	9600, 4800, 2400	синхр	ДПЛ	СКК 32, 16, КАМ 4, ОФМ	КОММ	2 ПР, 4 ПР
V.32 bis	2400	14400, 1200, 9600, 7200, 4800	синхр	ДПЛ	СКК 128, 64, 32, 16	КОММ	2 ПР, 4 ПР
V.32 terbo	2400	19200, 16800	синхр	ДПЛ	СКК 256, СКК 512	КОММ	2 ПР, 4 ПР
V.33	2400	14400, 12000	синхр	ДПЛ	СКК 128, 64	ВЫД	4 ПР
V.34	2400, 2743, 2800, 3000, 3200, 3429	28800, 26400, 24000, 21600, 19200, 16800, 14400, 12000, 9600, 7200, 4800, 2400	синхр	ДПЛ	многомерные СКК	КОММ., ВЫД.	2 ПР
V.34 bis (V.34+)		33600	синхр	ДПЛ	многомерные СКК	КОММ., ВЫД.	2 ПР
Bell 103j	300	300	любой	ДПЛ	ЧМ	КОММ	2 ПР
Bell 202		1200	любой	ДПЛ	ЧМ	КОММ., ВЫД.	
Bell 208		4800		ДПЛ		КОММ	
Bell 212a		1200		ДПЛ		КОММ	2 ПР
HST	2400	300, 450/4800, 7200, 9600, 1200, 14400, 16800	синхр	ассим. ДПЛ		КОММ	2 ПР
ZyX	2400, 2743	7200, 9600, 12000, 14400, 16800, 19200	синхр	ДПЛ	СКК 256	КОММ	2 ПР
PEP	511x2..6x2..6	19600	синхр	ДПЛ	511xСКК64	КОММ	2 ПР

Характеристики модемов для физических линий

	М-2	М-160	М-200	М-115
Максимальная скорость	2048 кбит/с	160 кбит/с	256 кбит/с	115.2 кбит/с
Монтируемый в стойку	-	+	+	+
Синхронный режим	+	+	+	-
Асинхронный режим	-	+	-	+
Количество проводов	4	2	4	4
Линейный код	AMI, HDB3	биимпульс	AMI	AMI
Максимальная дальность по кабелю 0,4 мм	2 км* (2048К)	4,2 км (160К)	2,9 км (256К)	3,2 км (115.2К)
Максимальная дальность по кабелю 0,5 мм	2,4 км* (2048К)	5,6 км (160К)	4,2 км (256К)	4,6 км (115.2К)
Автоматический адаптивный эквалайзер	+	+	- (ручной)	- (ручной)
Гальваническая развязка с линией и сетью	+	+	+	+
Напряжение пробоя линейных трансформаторов	>1500 В	>1500 В	>1500 В	>1500 В
Интерфейсы				
RS-232 (V.24/V.28)	+	+	+	+
V.35, V.36 (RS-449), RS-530	+	+	+	-
Диагностика V.54/V.52	+	+	+	-
Трансляция дополнительных управляющих сигналов	-	+	+	+
Тестирование с передней панели (BER-тестер)	+	+	+	-

*) без регенераторов РС-2

7. Мультимедиа-модемы

Назначение: совместная передача данных, голоса и видео.

Аналоговая передача голоса и данных-ASVD (Analog Simultaneous Voice/Data);

Цифровая передача голоса и данных - DSVD (Digital Simultaneous Voice/Data).

Технология ASVD.

1). Рекомендация МСЭ-Т(1995г.) V.61 - модемы предназначены для передачи одновременно звука и данных со скоростями 4,8 кбит/с или только данных со скоростью до 14.4 кбит/с (аналог V.32bis). Модем способен распознавать паузы речи и осуществлять быстрое переключение на передачу только данных во время пауз речи. Это позволяет увеличить среднюю скорость передачи данных до 9600 бит/с при передаче звука и данных.

Длина кадра в протоколе V.61 принята равной 70 символам, что соответствует длительности от 23,3 до 25 мс в зависимости от скорости манипуляции.

2). Другой протокол V.34Q технологии ASVD обеспечивает одновременную передачу голоса и данных со скоростями, соответствующими протоколу V.34. Т.е., модем V.34Q может работать в режиме звук/данные со скоростями от 2400 до 31200 бит/с, а в режиме -

передача только данных - от 2400 до 33600 бит/с. Сложность реализации V.34Q только на 15% больше, чем для протокола V.34.

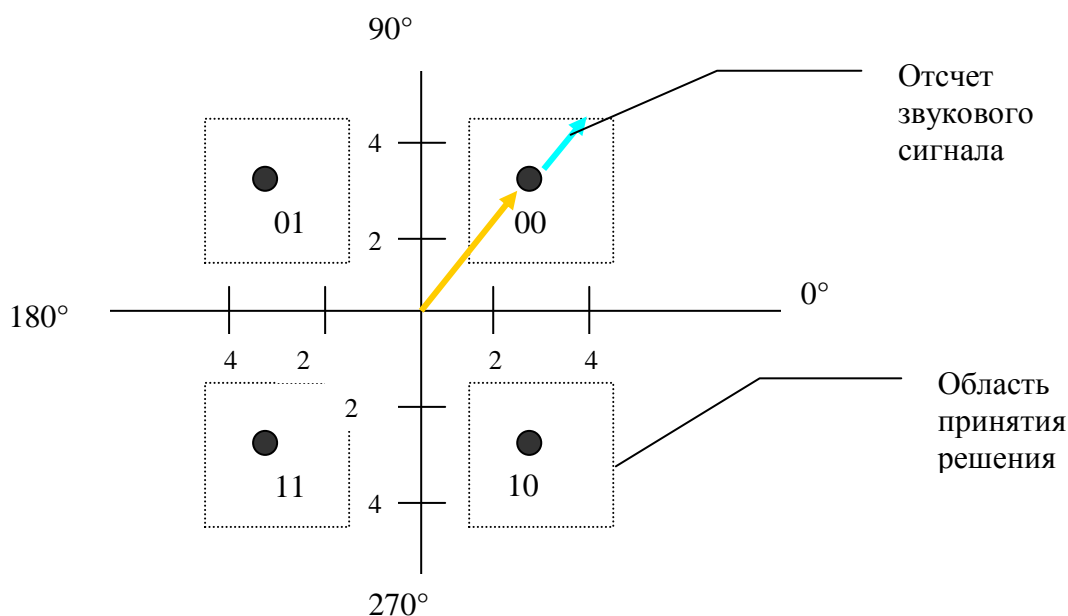
Важное свойство V.34Q состоит в возможности выбора скорости передачи данных в зависимости от качества звука. Выбор качества звука в режиме звук/данные может быть произведен при изменении скорости передачи данных от 16800 до 19200 бит/с. Для большинства пользователей качество звука будет вполне приемлемым даже при скорости передачи данных, равной 24000 бит/с, хотя более высокие скорости передачи данных приводят к более низкому качеству звука. В книге О. И. Лагутенко "Современные модемы" отмечается, что даже при скорости передачи данных 31600 бит/с речь остается понятной, в то время как звуковые сигналы фактически теряются в шумах канала.

Протокол V.34Q использует все значения символьной скорости передачи, доступные V.34, вплоть до максимального значения 3429 символов/с.

Рекомендация V.34 определяет структуру кадра данных длительностью 35 или 40 мс в зависимости от символьной скорости. В V.34Q используется такая же структура кадров.

Как и в протоколе V.61, обнаружение пауз звука в V.34Q в комбинации с быстрым переключением режима (скорости) передачи данных может быть использовано для увеличения средней скорости передачи данных.

В основе перечисленных стандартов технологии ASVD лежит новый способ модуляции, получивший название квадратурной модуляции аудио и данных (QADM - Quadrature Audio/Data Modulation). QADM является специфичным расширением квадратурно-амплитудной модуляции (QAM). Он предусматривает непосредственную и одновременную дуплексную передачу звука и данных через телефонный канал с двухпроводным окончанием.



Сигнальное созвездие QADM.

Технология DSVD.

По методу DSVD звук оцифровывается, сжимается, мультиплексируется с сигналами данных и передается в едином цифровом потоке.

DSVD-модемы реализуют сжатие голоса до скорости 8,5 кбит/с согласно стандарту на сжатие речи G.729 A/B, а затем объединяют его с данными.

При общей скорости 33,6 кбит/с: речь - 8,5 кбит/с, данные - около 24 кбит/с.

Аналогично, при общей скорости 28,8 кбит/с : речь - 8,5 кбит/с, а данные - 19,2 кбит/с. В момент обнаружения пауз речи модемы продолжают передачу данных на максимально возможной скорости - 33,6 кбит/с (или 28,8 кбит/с).

Процедуры сжатия и декомпрессии вносят задержку речи, равную 190 мс.

Для DSVD-модемов в августе 1996 г был принят стандарт V.70.

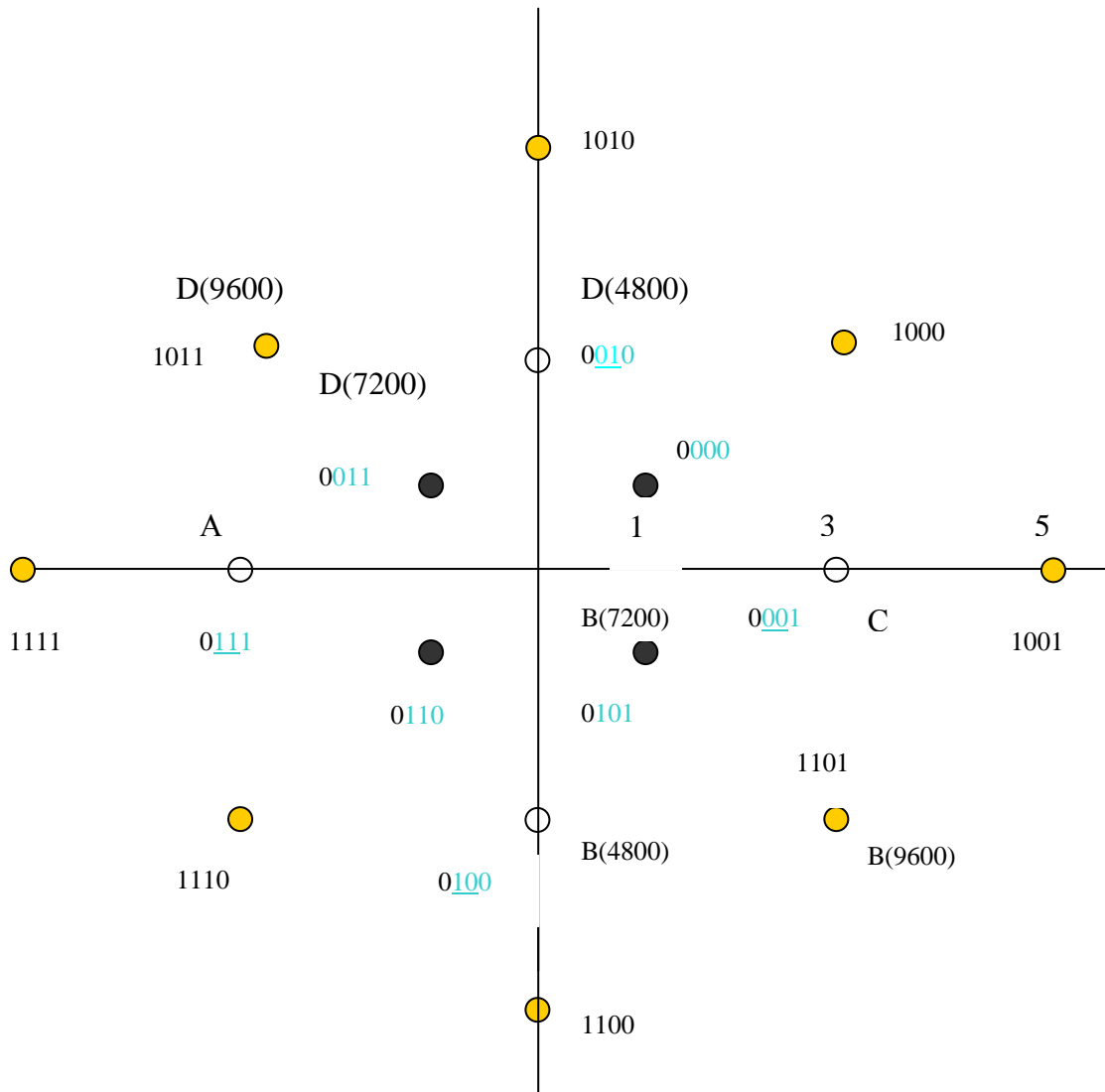
8. Кабельные модемы

В марте 1998 года МСЭ принял Рекомендацию J112, являющаяся фактическим международным стандартом на кабельные модемы. Стандарт J112 определяет методы модуляции и протоколы, которые должны поддерживать кабельные модемы.

При передаче информации от станции КТВ к кабельному модему (прямой канал) сигнал занимает полосу частот 6 МГц в диапазоне от 42 до 750 МГц, скорость передачи данных - до 36 Мбит/с; модуляция КАМ-64 и КАМ-256.

В обратном направлении в сторону станции КТВ (обратный канал) сигналы передаются в диапазоне частот от 5 до 42 МГц со скоростью до 10 Мбит/с; модуляция - КАМ-16 или ФМ-4.

9. Факс-модемы



Сигнальное созвездие модема V.29

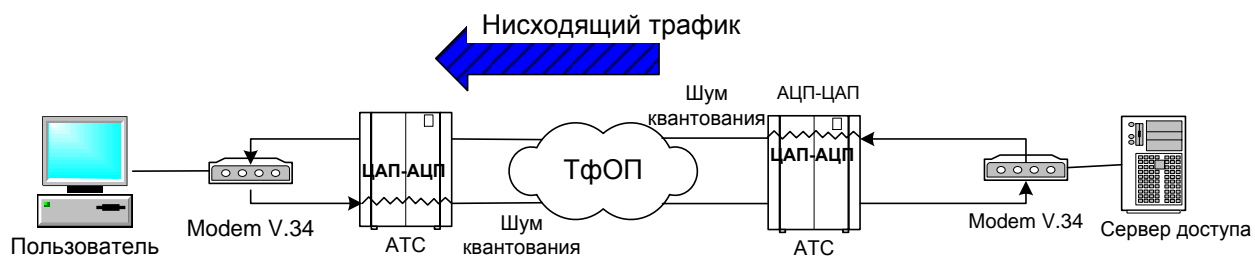
1) Скорость - 9600бит/с; ($a_1a_2a_3a_4$)

$a_2a_3a_4$	$\Delta\phi$ (градусов)
001	0
000	45
010	90
011	135
111	180
110	225
100	270
101	315

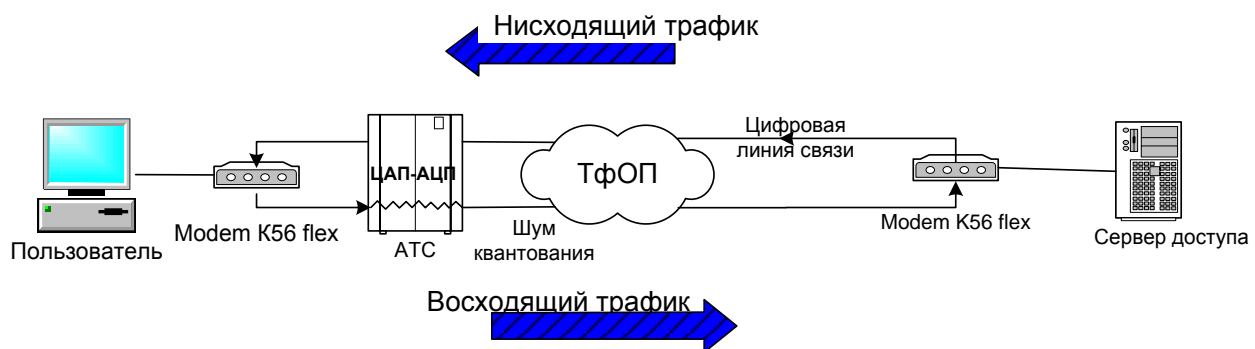
Абсолютная фаза	a_1	Амплитуда
0,90,180,270	0	3
	1	5
45,135,225,315	0	$\sqrt{2}$
	1	$3\sqrt{2}$

Пусть фаза сигнала равна 135° . На модем поступила комбинация: $(a_1a_2a_3a_4) = (1011)$. На выходе модема получим сигнал с абсолютной фазой, равной 270° и амплитудой, равной 5.

10. Технология K56 (V.90).



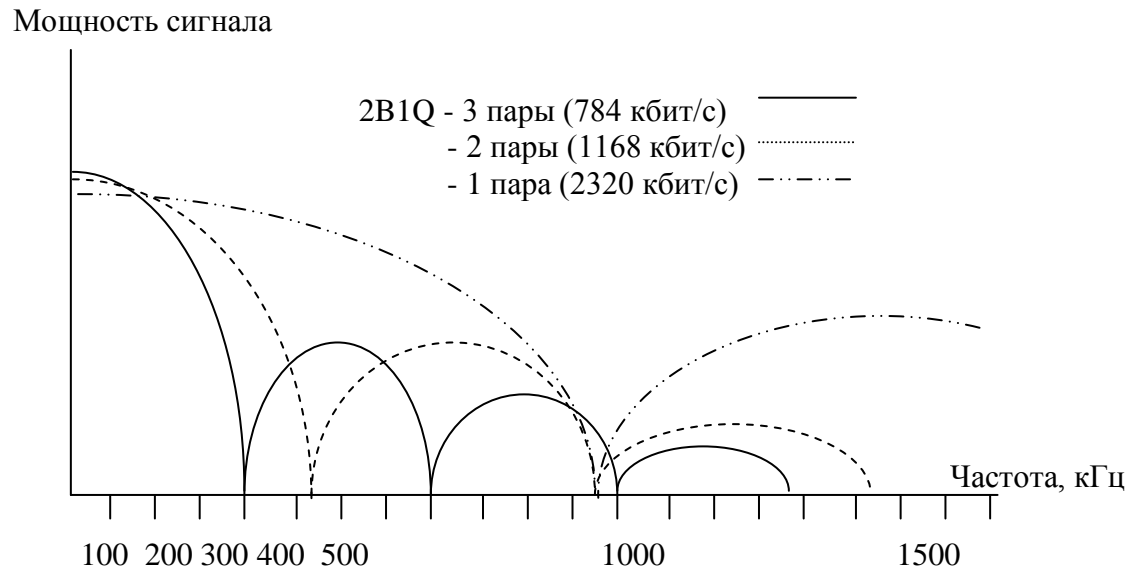
Соединение по протоколу V.34



Типовое соединение с провайдером доступа в Internet по протоколу K 56 flex.

10. Технологии линейного кодирования в xDSL.

10.1.Технология 2B1Q.



00 - -2,5 В;
01- - 0,833 В;
11- +0,833 В;
10- +2,5 В;

Спектр сигнала в два раза
уже, чем у кода NRZ

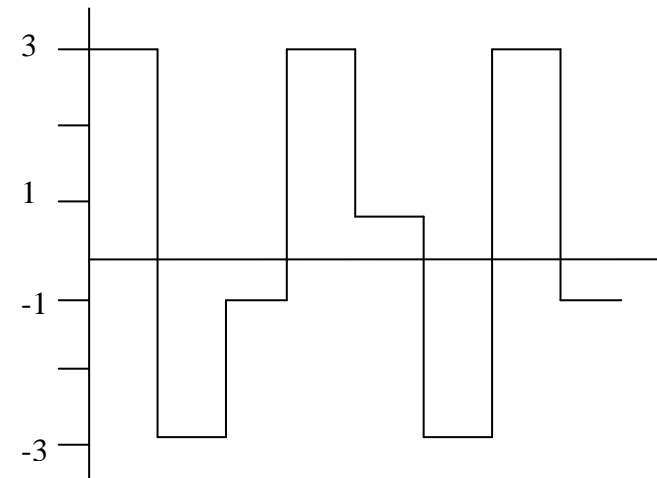


Рис. 10.1. Технология 2B1Q

10.2. Технология CAP (Carrierless Amplitude and Phase Modulation)

Мощность сигнала

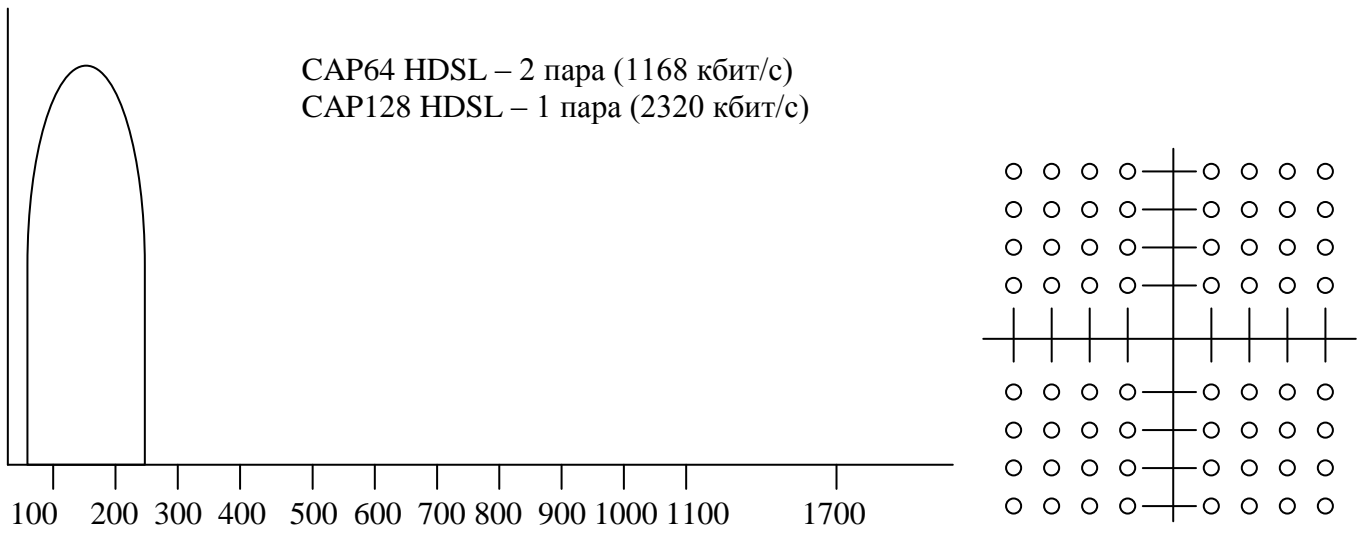


Рис. 10.2 Технология CAP

10.3. Технология DMT

Каждый подканал (тон) имеет QAM – модуляцию
И оптимизируется в зависимости от отношения «сигнал/шум»

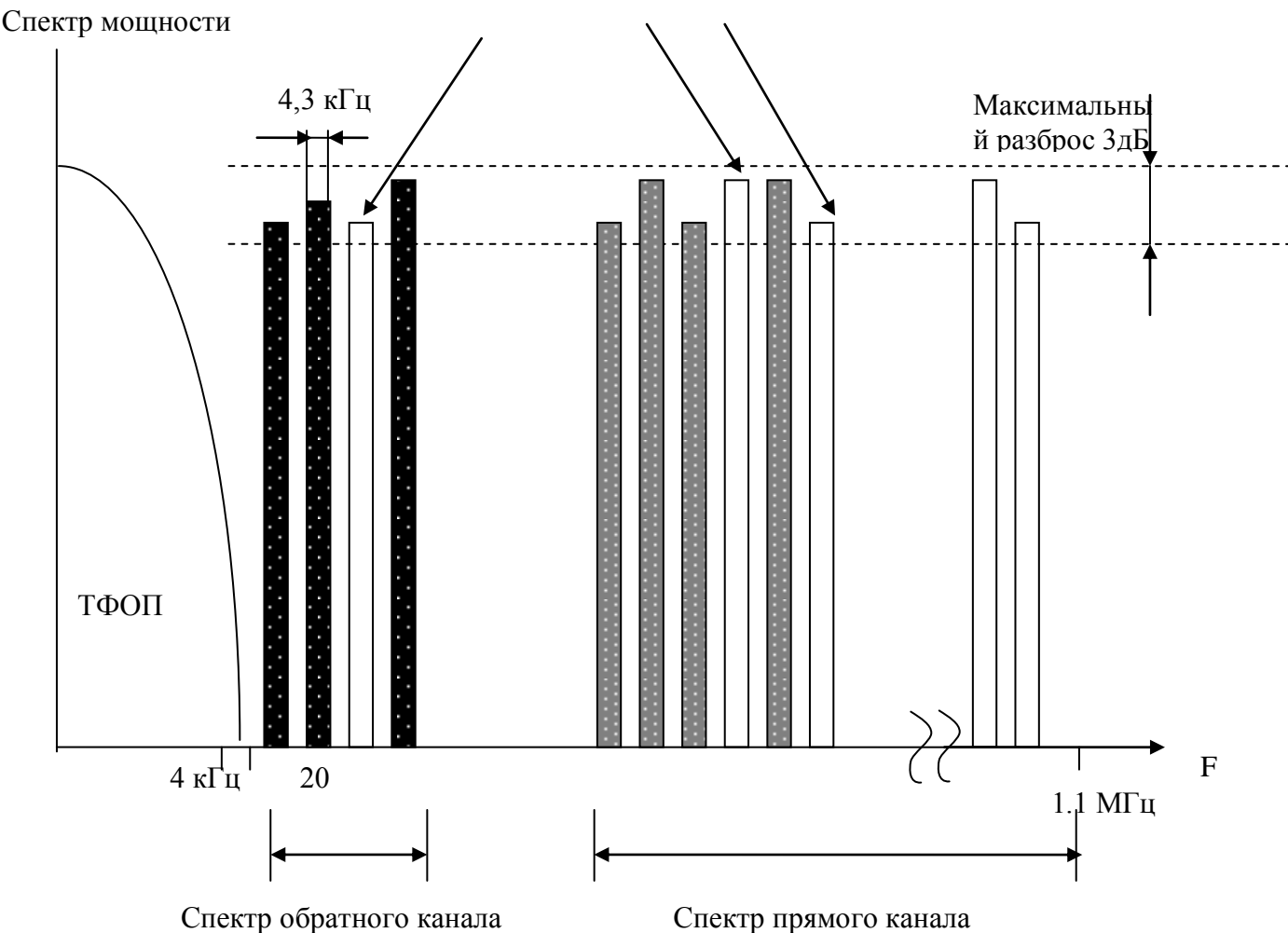


Рис. 10.3. Технология DMT

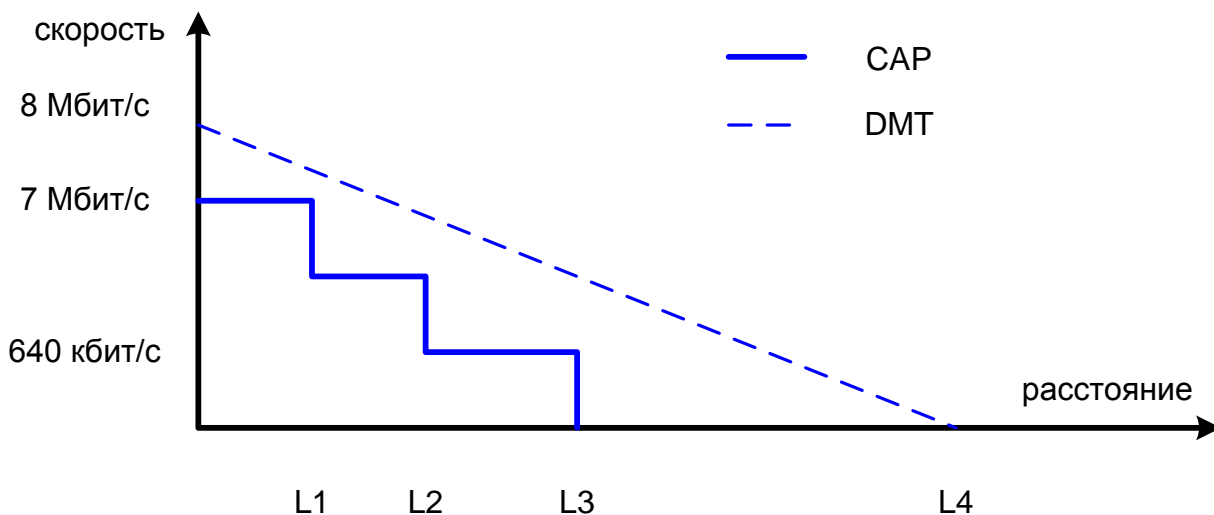
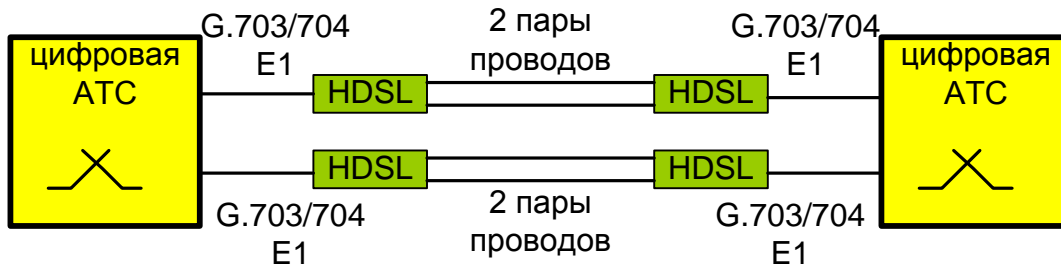
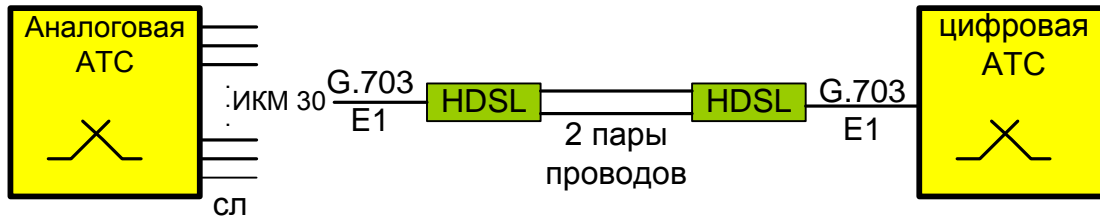


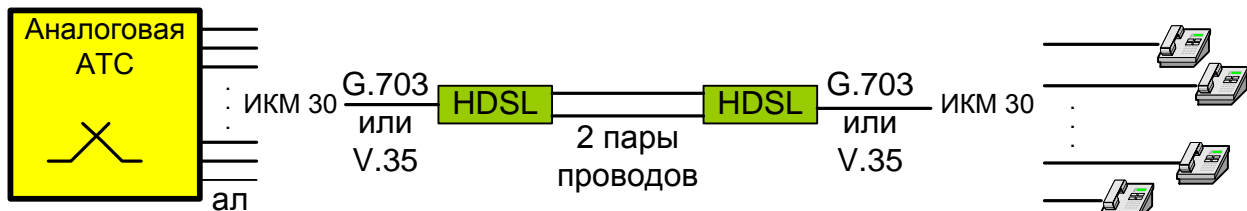
Рис. 10.4. Диапазон доступных скоростей.



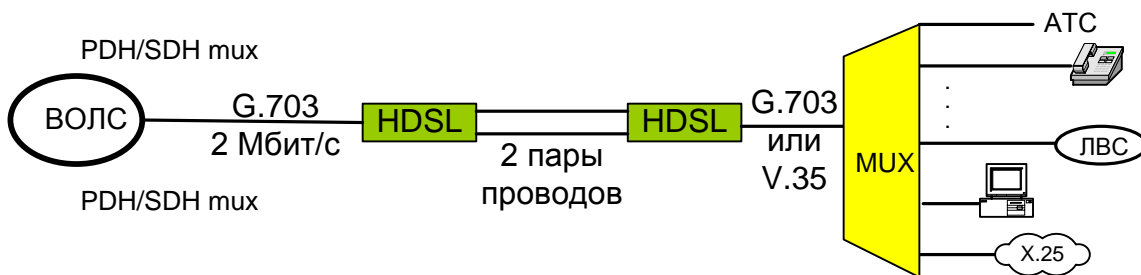
Межстанционная связь между цифровыми АТС.



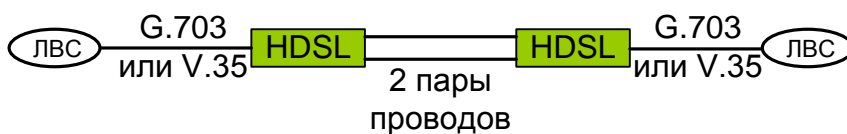
Межстанционная связь между аналоговой и цифровой АТС.



Абонентский вынос.



Доступ к сети SDH.



Объединение локальных вычислительных сетей.

Рис. 10.5. Варианты использования модема HDSL.

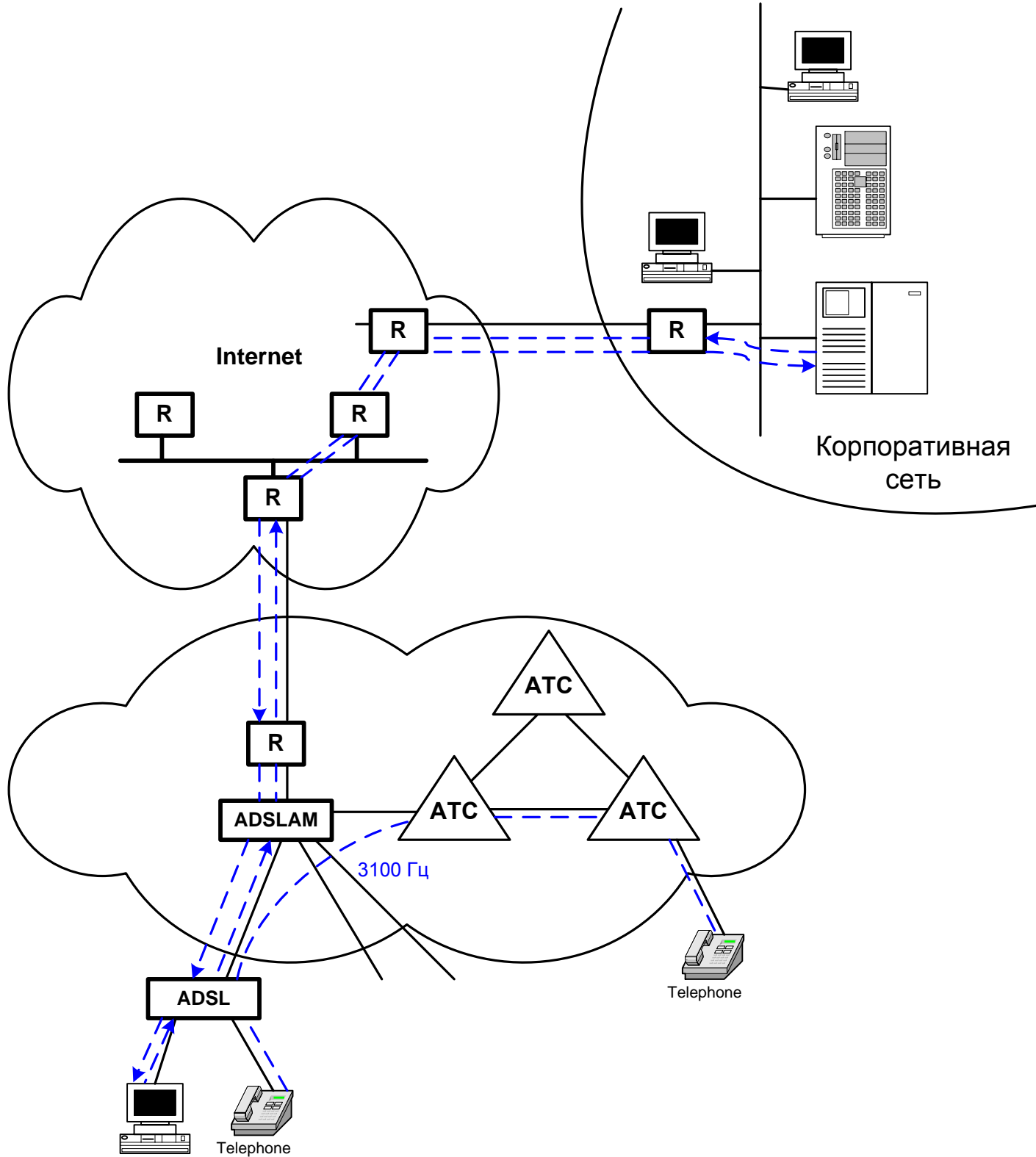


Рис18. Отличия условий работы ADSL - модемов от обычных модемов.

HDSL для E1 на двух парах



(Существуют варианты для одной и для трех пар)
 18x64 кбит/с (DS0) = 1152 кбит/с на каждой паре

Дополнительные октеты зарезервированы для совместимости с виртуальным контейнером SDH

НОН: накладные расходы HDSL (2 бит)

ST: биты -заполнители (если необходимо)

SYN: символ синхронизации (14 бит)

Вху: блок полезной нагрузки HDSL

F: бит оформления кадра HDSL

HDSL для E1 на одной паре



(Существуют варианты для трех и для двух пар)
 36x64 кбит/с (DS0) = 2304 кбит/с на каждой паре

Дополнительные октеты зарезервированы для совместимости с виртуальным контейнером SDH

НОН: накладные расходы HDSL (2 бит)

ST: биты -заполнители (если необходимо)

SYN: символ синхронизации (14 бит)

Вху: блок полезной нагрузки HDSL

F: бит оформления кадра HDSL

Кадр HDSL для E1



(Существуют варианты для одной и для двух пар)
 12x64 кбит/с (DS0) = 768 кбит/с на каждой паре

Дополнительные октеты зарезервированы для совместимости с виртуальным контейнером SDH

HOH: накладные расходы HDSL (2 бит)
 ST: биты -заполнители (если необходимо)
 SYN: символ синхронизации (14 бит)

Вху: блок полезной нагрузки HDSL
 F: бит обрамления кадра HDSL

5. Физический уровень.

5.1. Стыки АКД и каналов связи.

Интерфейсы

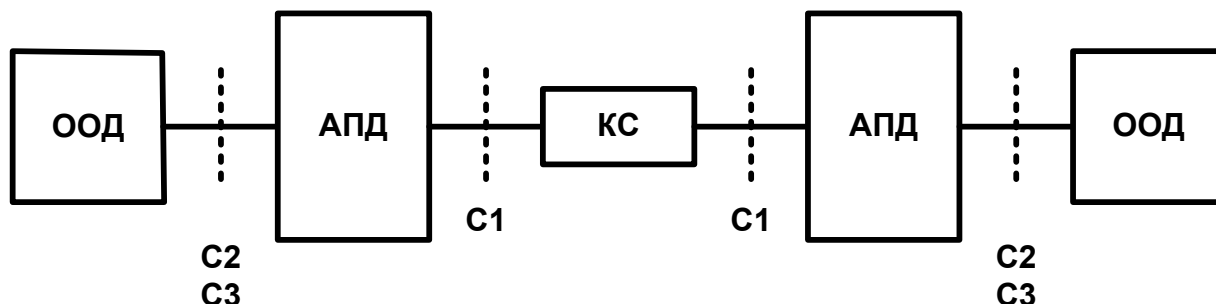


Рис 5.1

ЗВЕНО ДАННЫХ

С1-ТГ – телеграфный канал
 С1-ТФ – коммутир. телеф. канал
 С1-ТЧ – некоммутир. канал ТЧ
 С1-ФЛ – физические линии
 С1-ОЛ – оптические линии
 (ГОСТ, Рек. МСЭ, стандарты МОС)

Стандарты по стыкам С1

Таблица 5.1

Стык С1	ГОСТ	Рекомендация МККТТ, Стандарт МОС
С1-ТГ	22937-78	-
С1-ТФ	25007-81, 23504-79 26557-85	V.2, V.21, V.23, V.27тэр, V.50, V.53
С1-ТЧ	25007-81, 23475-79 23504-79, 26557-85	V.2, V.22, V.26, V.27бис, V.50, V.53
С1-ТЧР	23578-79	-
С1-ПГ	25007-81	V.35
С1-ШП	24174-80, 25007-81 26557-85	V.36, V.37, МС 8482
С1-ФЛ	24174-80, 26532-85	G.703
С1-АК	-	V.15
С1-ОЛ	-	V.31бис, рабочие документы МОС / ТК 97 / ПК 13

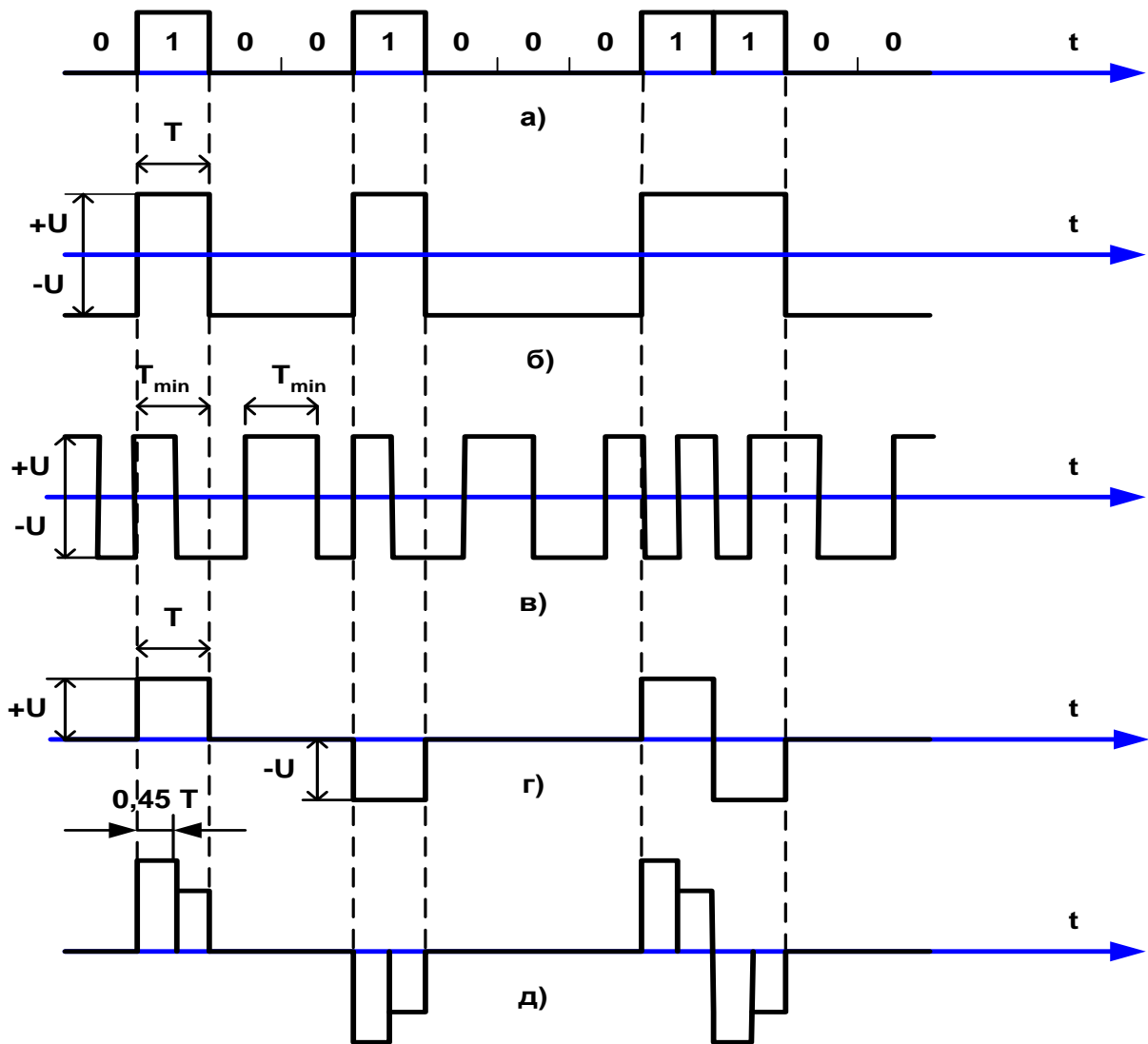


Рис.5.2.Виды сигналов стыков С1-ФЛ:
а-информационный сигнал; б-сигнал низкого уровня; в-
биимпульсный сигнал; г,д-квазитроичный сигнал; U-амплитуда
сигнала; T-длительность импульса; t-время.

Таблица 5.2

l,км	2	4	8
Коэффициент ошибок	$8 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$

Таблица 5.3

Отношение сигнал/шум в зависимости от коэффициента ошибок

p	$R_p, \text{дБ}$	p	$R_p, \text{дБ}$	p	$R_p, \text{дБ}$
10^{-3}	16,1	10^{-7}	20,5	10^{-11}	22,6
10^{-4}	17,7	10^{-8}	21,1	10^{-12}	23,0
10^{-5}	18,8	10^{-9}	21,7	10^{-13}	23,4
10^{-6}	19,9	10^{-10}	22,2	10^{-14}	23,7

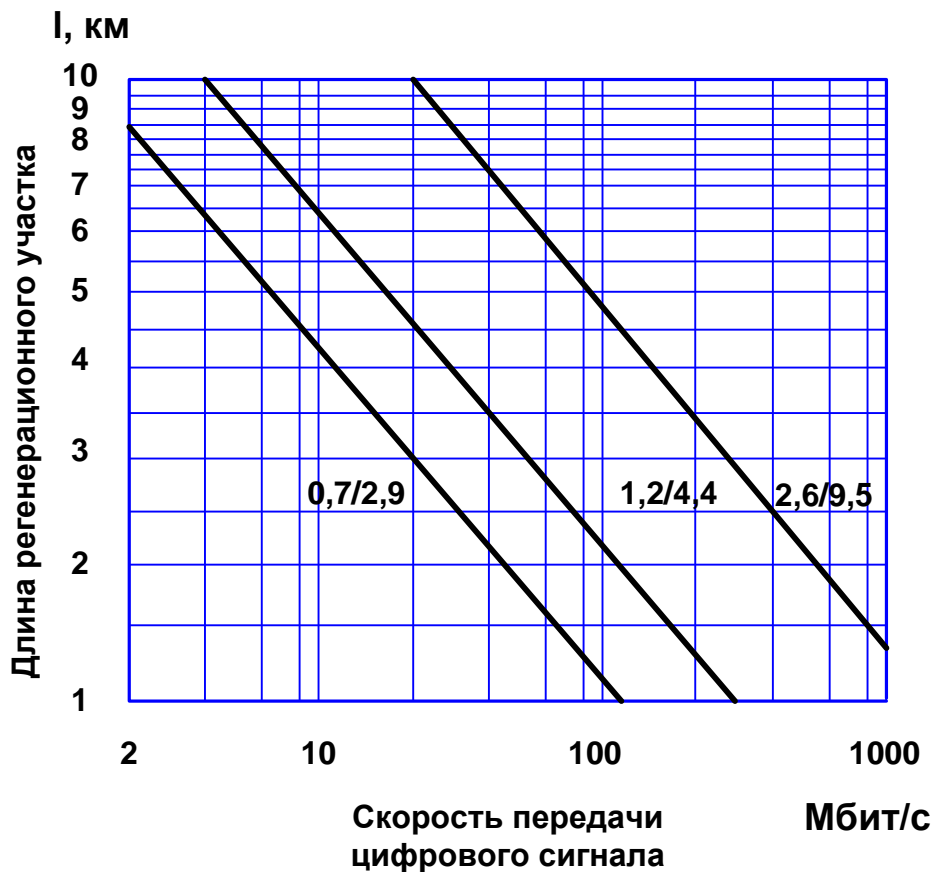


Рис 5.3 Зависимость длины регенерационного участка от скорости передачи цифрового сигнала по коаксиальным парам различных типов при допустимом коэффициенте ошибок на регенерационный участок 10^{-9} и километрическом затухании коаксиальных пар на частоте 1 МГц:

2,6/9,5 мм – $\alpha=0,27$ Нп/км=2,34 дБ/км;

1,2/4,4 мм – $\alpha=0,61$ Нп/км=5,29 дБ/км;

0,7/2,9 мм – $\alpha=1,02$ Нп/км=8,86 дБ/км;

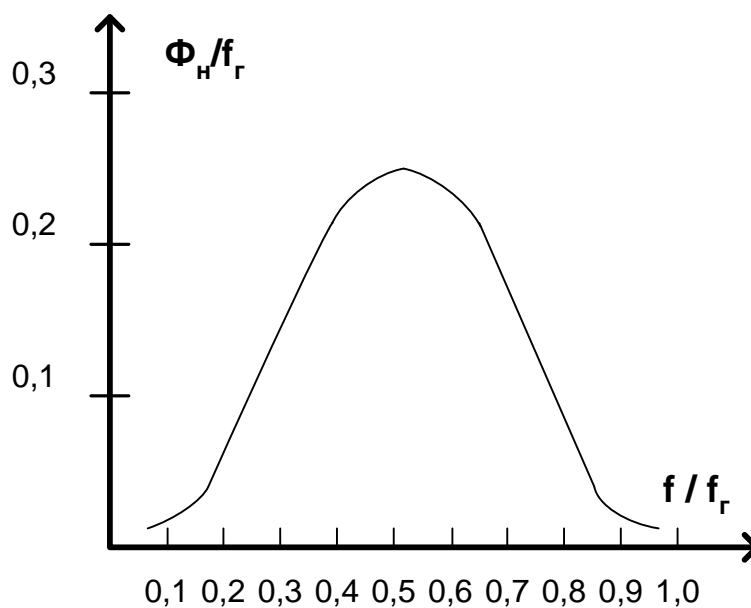


Рис. 5.4 Интенсивность непрерывной части спектра для квазитроичного кода с ЧПИ

2.ИНТЕРФЕЙСЫ ООД/АПД

V-интерфейсы (стык С2)

- функциональное сопряжение, V.24, RS-232;
- электрическое сопряжение, V.28, RS-232;
- механическое сопряжение, 25-контактный разъем ISO 2110, 9-контактный разъем

V.24 – цепи 100-серии (RS-232):

- заземление, общ. обратный провод (A);
- цепи сигналов данных (B);
- управляющие (функциональные) цепи (C);
- цепи синхронизации (D);
- цепи обратного канала (S).

Цепи установления соединения

Рек. МСЭ – V.25/V.28
Стандарт EIA – RS-366

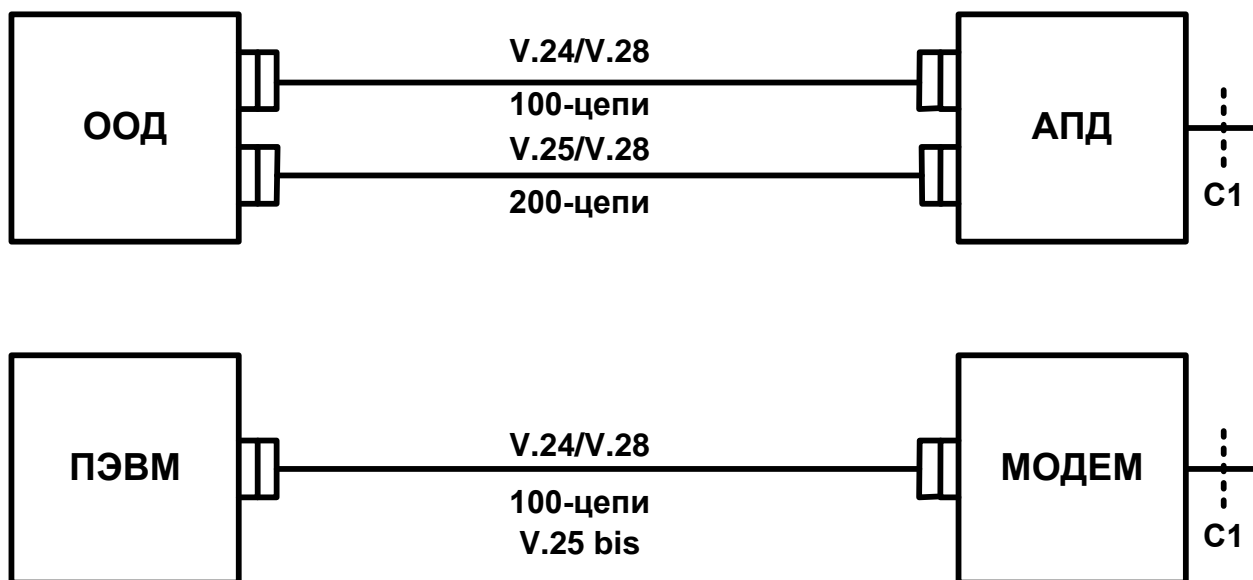


Рис 5.5

Сигналы:

- в цепях данных: «1» - <-3В;
 «0» - >+3В;
- в цепях управления и синхронизации: «ВКЛ» - >+3;
 «ВЫКЛ» - <-3.

Скорость передачи данных – до 20 кбит/с; дальность – до 15 м

Другие V-интерфейсы:

V.35: $\pm 0,55$ В; $R \leq 64$ кбит/с; синхрон. передача данных;

V.36: $\pm 0,3$ В; $R \leq 72$ кбит/с; симметр. и несимметр. цепи;

V.37: $\pm 0,3$ В; $R \geq 72$ кбит/с; симметр. и несимметр. цепи;

RS-449, RS-442A - симметр.(до max 10 Мбит/с на 10м; до 100кбит/с на 1000м);

RS-423A - несимметр.(до max 100 кбит/с на10м; до 1 кбит/с на 1000м).

Стандарт RS-449 содержит информацию о параметрах сигналов, типах разъемов, расположении контактов и т.п. Стандарту RS-449 соответствует Рек. МСЭ-Т V.36.

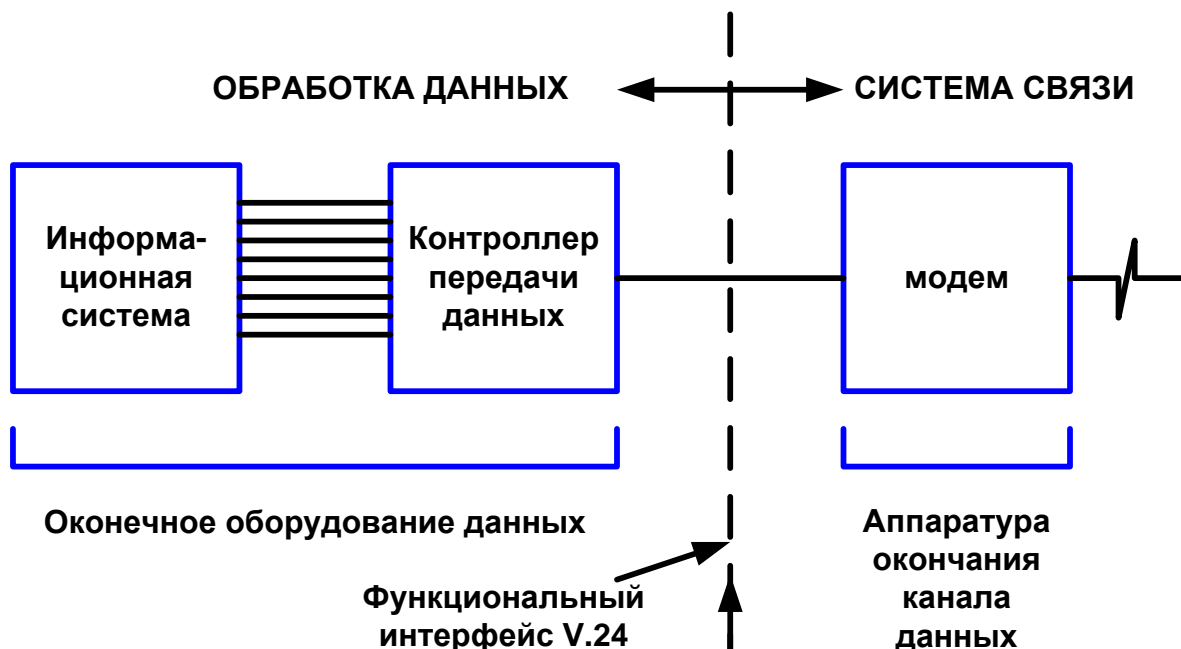


Рис 5.6. Функциональный интерфейс по Рекомендации V.24.

Нумерация цепей стыка по Рекомендации V. 24.

Таблица 5.4

Номер цепи	Наименование	от	к	Категория
102	Сигнальное заземление			
103	Передаваемые данные	ООД	АПД	Д
104	Принимаемые данные	АПД	ООД	Д
105	Запрос передачи	ООД	АПД	У
106	Готов к передаче	АПД	ООД	У
109	Обнаружение принимаемого линейного сигнала данных	АПД	ООД	У
108.1	Подключить АПД к линии	ООД	АПД	У
108.2	ООД готово	ООД	АПД	У
107	АПД готово	АПД	ООД	У
113	Синхронизация элементов передаваемого сигнала	ООД		С
114	Синхронизация элементов передаваемого сигнала	АПД		С
115	Синхронизация элементов принимаемого сигнала	АПД		С
	Обратный канал			
118	Передаваемые данные	ООД	АПД	Д
119	Принимаемые данные	АПД	ООД	Д
120	Запрос передачи	ООД	АКД	У
121	Готов к передаче	АПД	ООД	У
122	Обнаружение принимаемого линейного сигнала			
140	Тест удаленного шлейфа	ООД	АПД	У
141	Местный шлейф	ООД	АПД	У

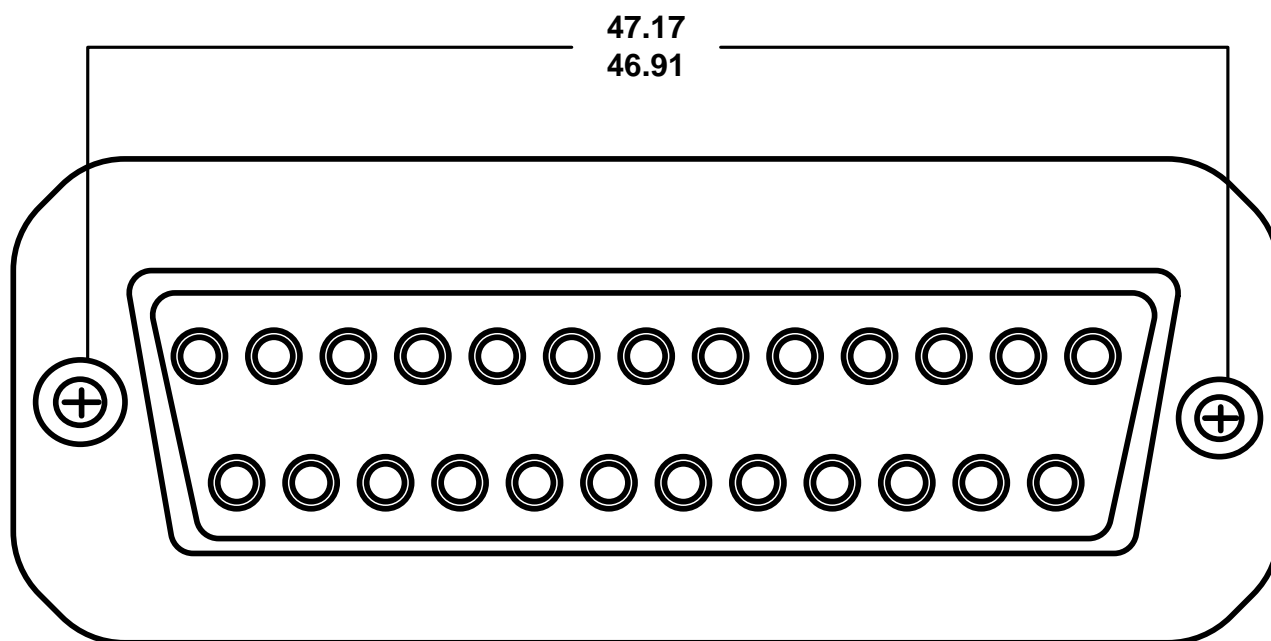


Рис 5.7. 25 – контактный разъем по стандарту ISO 2110

Таблица 5.5

Номер контакта DB-25/DB-9	Номер цепи	Назначение	Номер контакта	Номер цепи	Назначение
2/3	103,TxD	Передав. данные	12	122,SCTS	Обнар-е несущей ДК
3/2	104,RxD	Приним. данные	13	121,SCTS	Готов к передаче по ДК
4/7	105,RTS	Запрет передачи	14	118,STD	Передав. данные ДК
5/8	106,CTS	Готов к передаче	15	114,TC	Синхр.передачи (от АКД)
6/6	107,DSR	АПД готово	16	119,SRD	Приним. данные ДК
7/5	108,DTR	Сигн. заземлен.	17	115,RC	Синхр. приема (от АКД)
8/1	109DCD	Обнар-е несущей	19	120,SRTS	Запрет передачи
9		+12 В	20/4	108,DTR	ООД готово
10		- 12 В	22/9	125,RI	Индикатор вызова
11	126	Выбор частоты передачи	24	113	Синхр. передачи (от ООД)

5.3.X-интерфейсы.

X-интерфейсы используются в сетях передачи данных.
Сопряжение между ООД и АКД может осуществляться через X-интерфейсы

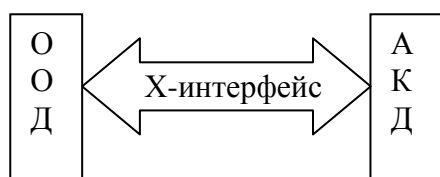


Рис. 5.8

В результате появился ряд протоколов для X-интерфейсов.

Если X-интерфейс реализует цепи стыка, то применяется протокол X.24.

Если это интерфейс между ООД и АКД, то применяются протоколы:

- X.20; X.20bis
- X.21; X.21bis
- X.22;

Деление цепей в X-интерфейсах происходит по следующему признаку:

1. Общие провода
2. Цепи передачи/приема данных
3. Управляющие цепи
4. Цепи синхронизации

Раскроем их подробнее:

1. Общие провода. Существует 3 вида общих проводов: G (аналог 102 цепи), G_a (общий провод для ООД), G_b (общий провод от АКД).
 2. Цепи передачи/приема данных:
 - а). T – передача от терминала к модему
 - б). R – прием от модема к терминалу
 3. Управляющие цепи:
 - а). C – управляющая цепь от ООД
 - б). I – управляющая цепь от АКД (модема)
 4. Цепи синхронизации:
 - а). S – тактовая синхронизация (по элементам)
 - б). B – синхронизация по байтам
 - в). F – цикловая синхронизация
 - г). X – тактовая синхронизация (сигналы от ООД, сопровождающие сигналы в цепи T)
- } Синхронизация по направл.
от АКД к ООД

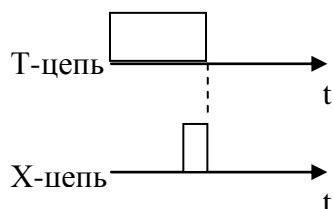


Рис. 5.9

Механические характеристики и обозначения контактов разъема X.21 определены стандартом ISO 4903 (15-ти контактный интерфейс (ООД/АПД)). Электрические характеристики X.27 предусматривают использование каждой симметричной цепью двух проводов (контактов), обозначенных в таблице 5.6 через А и В.

Таблица 5.6.

Контакт X.26	Контакты X.27		Цепь обмена	Назначение	Направление к	
	А	В			АПД	ООД
1	1			Для подключения экрана кабеля		
2	2	9	T	Передача	X	
3	3	10	C	Управление	X	
4	4	11	R	Прием		X
5	5	12	I	Индикация		X
6	6	13	S	Синхронизация		X
7	7	14	B	Байт-синхронизация		X
8	8		G	Общий возврат	X	
9,10			G _a	Общий возврат ООД		
15	15			Резерв		

В сетях все терминалы серии X классифицируются в соответствии с рекомендацией X.1.

Показатели классов:

1. Режим обмена:
 - а). асинхронный (по старт/стопному признаку)
 - б). синхронная работа
2. Вид коммутации:
 - а). с коммутацией каналов
 - б). с коммутацией пакетов
3. Способ общения:
 - а). дуплексный
 - б). полудуплексный
4. Скорость передачи данных.

Протоколы X-интерфейсов:

1. **Стандарт X.20** – рассчитан на сопряжение start/stopных терминалов серии X со start/stopными модемами, работающих через специальную сеть данных. Стандарт X.20 рассчитан на 2 класса терминалов 1 и 2. Первый класс – это терминал рассчитанный на скорость передачи данных до 300 бит/с в коде МТК-5, асинхронно (по start/stopному признаку). Второй класс – это терминал рассчитанный на скорость передачи данных 200 бит/с, асинхронно

2. **Стандарт X.21** – рассчитан на сопряжение синхронных терминалов серии X с модемами, работающими через специализированные сети данных и тогда, исходя из этого X.20 и X.21 имеют одинаковые контактные системы (49.03). Стандарт X.21 работает с терминалами третьего класса и выше. Это классы с коммутацией каналов.

Третий класс – терминал со скоростью передачи данных 600 бит/с.

Четвертый класс - терминал со скоростью передачи данных 2400 бит/с.

Пятый класс - терминал со скоростью передачи данных 4800 бит/с.

Шестой класс - терминал со скоростью передачи данных 9600 бит/с.

Седьмой класс - терминал со скоростью передачи данных 48 кбит/с.

Отдельно стоит класс №30 – ISDN В-канал со скоростью передачи данных 64 кбит/с.

Классы с коммутацией пакетов.

Восьмой класс - терминал со скоростью передачи данных 2400 бит/с.

Девятый класс - терминал со скоростью передачи данных 4800 бит/с.

Десятый класс - терминал со скоростью передачи данных 9600 бит/с.

Одиннадцатый класс - терминал со скоростью передачи данных 48 кбит/с.

Для стыка X.21 все они работают в асинхронном режиме (дуплексный модем). Так же X.21 рассчитан на использование как коммутируемых так и некоммутируемых (выделенных) каналов.

3. **Стандарт X.20bis** – рассчитан на сопряжение start/stopных терминалов серии X с асинхронными модемами серии V (работающими через телефонную сеть)

4. **Стандарт X.21bis** – рассчитан на сопряжение start/stopных терминалов серии X с синхронными модемами серии V. Рекомендация X.21bis является временной альтернативой X.21 и предполагает использование в сетях передачи данных общественного пользования.

5. Стандарт X.22 – мультиплексный интерфейс, т.е. сопряжение мультиплексоров передачи данных с модемом. Т.е. на выходе мультиплексора будет сигнал, который по стыку x.22 будет сопряжен с аппаратурой.

Для сети X.25 первый уровень представляет физический интерфейс между ЭВМ и каналом связи, который соединяет ЭВМ с сетью. Если канал цифровой, физический интерфейс определяется рекомендацией X.21. Если же канал является аналоговым (с использованием модемов), физический интерфейс определяется рекомендацией X.21bis.

Установление связи через сеть с коммутацией каналов осуществляется с помощью процедур управления соединением X.21. Эти процедуры используют интерфейсные сигналы X.21 (цепи обмена E, R, C и I) и набор символов Международного алфавита №5 (IA5). Каждый символ содержит восемь битов: семь битов в коде IA5 и бит контроля по нечетности.

Полное описание процедуры соединения является достаточно сложным, так как в ней используются тайм-ауты. Упрощенная последовательность процедуры вызова, в которой тайм-ауты игнорируются, показана на рис. 5.10.

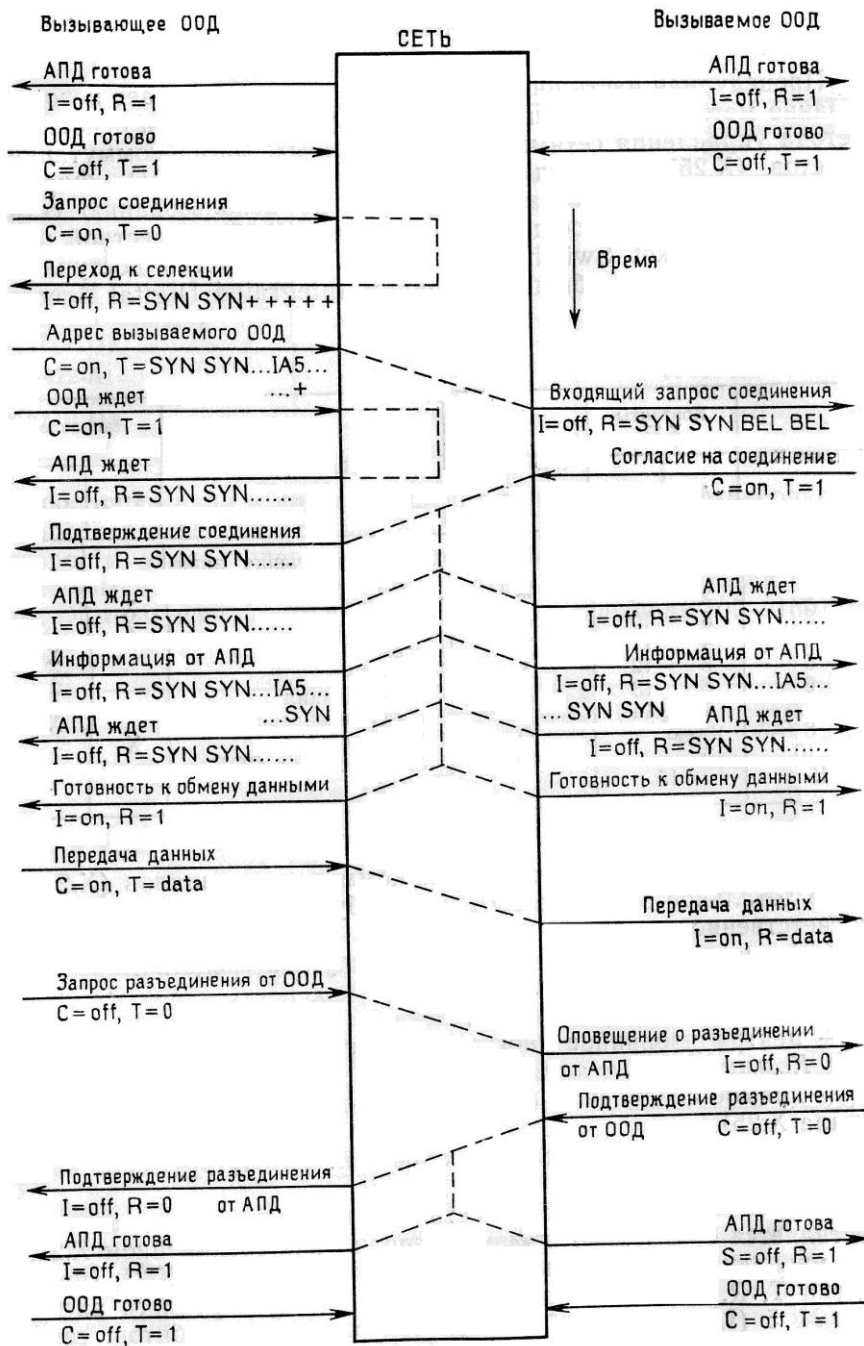


Рис. 5.10. Последовательность установки адресуемого соединения в соответствии с рекомендациями X.21.

Процедура адресуемого соединения X.21

Описание процедуры соответствует упрощенной последовательности, показанной на рис. 5.10:

- Вызывающее ООД дает запрос на установление связи с сетью, посылая сигнал «запрос соединения» (T в состоянии «0», C в состоянии «включено»).
- Сеть отвечает вызывающему ООД сигналом «переход к селекции», непрерывно передавая по R коды знака «+» (IA5), которым предшествует два или более знаков SYN (IA5), при цепи I в состоянии «выключено».
- Вызывающее ООД передает по цепи T при C в состоянии «включено» последовательность знаков, означающую выбранный адрес. Эта последовательность состоит из двух или более знаков SYN, за которыми следует адрес (в соответствии с рекомендацией X.121) в коде IA5, ограниченный одним знаком «+». Между отдельными знаками адреса допускается использование заполнителей SYN.
- Сеть передает в вызываемое ООД сигнал «входящий запрос соединения», передавая по R непрерывную последовательность знаков BEL, которой предшествует два знака SYN, при I в состоянии «выключено».
- Вызываемое ООД отвечает сети сигналом «подтверждение соединения», непрерывно передавая по T значение «1» при C в состоянии «включено».
- Вызывающее ООД принимает по R при I в состоянии «выключено» последовательность знаков в коде IA5 (сигналы обработки соединения), которая означает, что соединение установлено, либо причину, по которой соединение не может быть установлено. Если соединение установлено, сеть (АПД) посылает вызывающему/вызываемому ООД сообщение о выделении канала и, если необходимо, об условиях оплаты.
- Как только связь для передачи данных через сеть установлена, вызывающему/вызываемому ООД посылается сигнал «готовности данных» (непрерывные «1» по цепи R при I в состоянии «включено»).
- Осуществляется передача данных в одном или обоих направлениях.
- Вызывающее ООД инициирует прекращение связи сигналом «запрос разъединения» (непрерывные «0» по цепи T при C в состоянии «выключено»).

Основное отличие X.21 от X.21bis состоит в том, что в X.21 используются цепи нового стыка X.24, а в X.21bis – цепи V.24. Кроме того, в X.21 сигналы управления кодируются знаками стандартного семиэлементного первичного кода V.3, а в X.21bis для каждого сигнала имеется отдельная цепь. Таким

образом, сети с X.21 предоставляют пользователю все услуги новых изохронных цифровых сетей с коммутацией цепей данных а сети с X.21bis – только часть этих услуг.

Используемая литература:

1. Мячев А.А., Степанов В. И., Щербов В. А., «Интерфейсы систем обработки данных»; Москва «Радио и связь», 1989 г.
2. Ф. Дженнингс «Практическая передача данных. Модемы, сети и протоколы»; Москва «Мир», 1989 г.

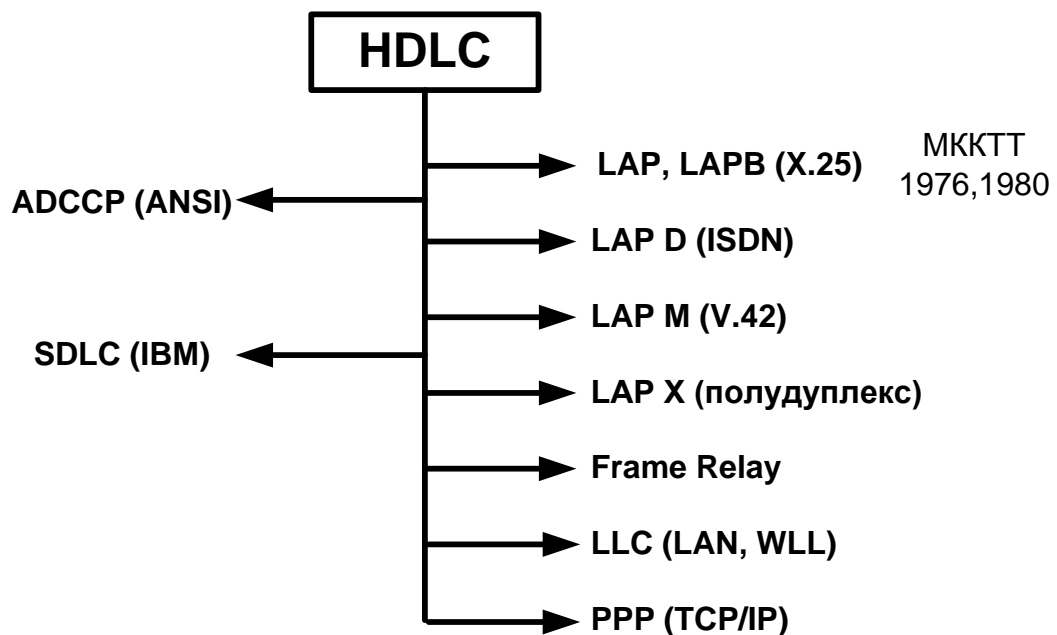
6. Канальный уровень ЭМВОС

Функции КУ:

- Формирование кадра;
- Контроль ошибок и повышение достоверности;
- Обеспечение кодонезависимой передачи;
- Восстановление исходной последовательности блоков на приемной стороне;
- Управление потоком данных на уровне звена;
- Устранение последствий потерь или дублирования кадров.

Протоколы канального уровня:

- Байт-ориентированные (BSC);
- Бит-ориентированные (HDLC –ISO(MOC)).



6.1. Байт-ориентированные протоколы.

1) МТК – 5 (IA5); 2) ASCII

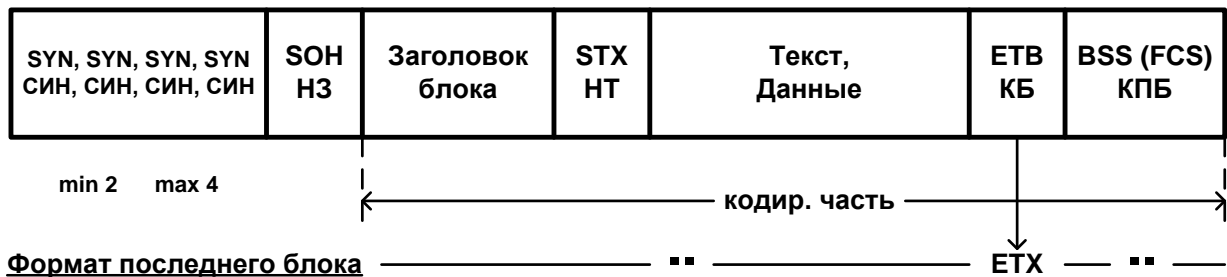
ЕСМА – Европ. ассоциация фирм-произв. ЭВМ

10 служ. (упр.) комбинаций:

	<u>IA5</u>	<u>ANSI (эквив. прот.)</u>	ПЭ
		b ₇ b ₆ b ₅ b ₄ b ₃ b ₂ b ₁	
1. Начало заголовка (НЗ) –	SOH 01	0 0 0 0 0 0 1	
2. Начало текста (НТ) -	STX 02	0 0 0 0 0 1 0	1
3. Конец блока (КБ) -	ETB 17	0 0 1 0 1 1 1	0
4. Конец текста (КТ) -	ETX 03		
5. Конец передачи (КП) -	EOT 04		
6. Кто там? (КТМ) -	ENQ 05		
7. Подтверждение (ДА) -	ACK 06		
8. Отрицание (НЕТ) -	NAK 15		
9. Авторегистр (АР) -	DLE 7F		
10. Синхронизация (СИН) -	SYN 16		

DLE EOT – разъединить коммутир. соединение.

Формат первого и промежуточного блоков



Процедура обмена: полудуплекс; РОС-ОЖ.

Помехоустойчивое кодирование (BCC): матричное кодирование.

Передача: - синхронная, побайтно (n=8)

- асинхронная (без SYN) старт-стопная.

Структура заголовка

Протокол BSC (“Процедуры двоичной синхронной связи”)

Фирма IBM

1) MTK-5 (ASCII)

2) 8-битный код фирмы IBM (EBCDIC)

EBCDIC – расширенный двоично-десятичный код для обмена сообщениями

	Служебная комбинация		B ₈	B ₇	B ₆	B ₅	B ₄	B ₃	B ₂	B ₁
1	НЗ (SOH)	(01) _h	0	0	0	0	0	0	0	1
2	НТ (STX)	(02) _h	0	0	0	0	0	0	1	0
3	КБ (ETB)	(26) _h	0	0	1	0	0	1	1	0
4	КТ (ETX)	(03) _h	0	0	0	0	0	0	1	1
5	КП (EOT)	(37) _h	0	0	1	1	0	1	1	1
6	КТМ (ENQ)	(2D) _h	0	0	1	0	1	1	0	1
7	НЕТ (NAK)	(3D) _h	0	0	1	1	1	1	0	1
8	AP1 (DLE1)	(10) _h	0	0	0	1	0	0	0	0
9	СИН (SYN)	(32) _h	0	0	1	1	0	0	1	0

Процедура передачи: синхронно, побайтно;
РОС-ОЖ.

Помехоустойчивое кодирование: MTK-5 → ВСС (КПБ)
8-битный код → CRC (ЦПП)
 $P(x) = x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$

Преимущества: 1) борьба с потерями блоков и вставками лишних блоков,
2) прозрачный режим.

Положительные квитанции: - АСК 0 (DLE 0) – для четных
(10)_h (F0)_h
- АСК 1 (DLE 1) – для нечетных.
(10)_h (F1)_h

1) (DLE ;) – “подожди с передачей”
(5E)

2) (DLE <) – обратное прерывание

3) (STX ENQ) – задержка текста

6.2. Бит - ориентированные протоколы.

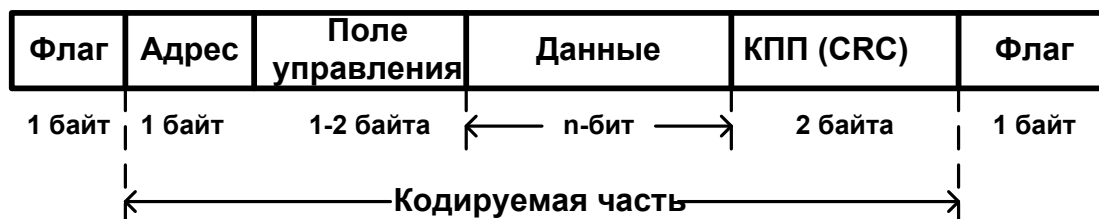
HDLC – МСC (ISO) 3309;

ADCCP – ANSI;

SDLC – фирма IBM (вместо BSC)

Процедура обмена: дуплекс, синхронная, POC.

Формат кадра HDLC:



Помехоустойчивый код: циклический, V.41
 $P(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1.$

“Прозрачная” передача – бит-стаффинг.

Адрес: получателя.



S – биты (3,4)

- 0 0 - ГП (готов к приему) (RR);
- 0 1 - НП (неприем) (REJ) → запрос, начиная с N(R);
- 1 0 - НГП (неготовность приемника) (RNR);
- 1 1 - ВНП (выборочный неприем) (SREJ).

S-кадр	Флаг	Адрес	ПУ	CRC	Флаг
	1 байт	1 байт	1 байт	2 байта	1 байт

U-кадр	Флаг	Адрес	ПУ	Данные	CRC	Флаг
	1 байт	1 байт	1 байт	3 байта (CMDR)	2 байта	1 байт

<u>M – биты</u> →	3	4	6	7	8	
↓ <u>Команды</u>						
SARM	1	1	0	0	0	Установить связь в асинхронном несбалансированном режиме
DISC	0	0	0	1	0	Прекратить связь
UA	0	0	1	1	0	Ненумерованное подтверждение
CMDR	1	0	0	0	1	Отказ от выполнения команды

Команды: $2^5 = 32$

LAP В кадры могут быть как команды или ответы.

Команды от АКД к ООД и ответы на них имеют адреса: 1100 0000

Команды от ООД к АКД и ответы на них имеют адреса: 1000 0000

Кадры с другими адресами стираются.

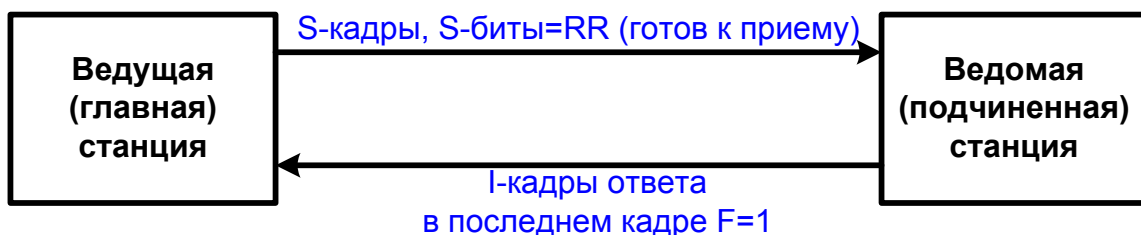
ПУ: N(R) и N(S) – в поле I – кадра, дуплексная передача.
 1 байт 3 бита 3 бита (mod 8)
 2 байта (3+4) (3+4) (mod 128) либо N(R) в S-кадре.

Символы P/F: P-бит запроса в командах,
 F-бит окончания ответа.

Режим обмена:

	<u>M-биты</u>	<u>U-кадра</u>
1) <u>ДПЛ:</u> Режим асинхронных ответов (несинхронизированный)	0÷7 (SARM; 11000	0÷127 (SARME) 11010
2) <u>“запрос-ответ”:</u> Режим нормальных ответов	(SNRM; 11001	(SNRME) 11011
3) <u>Равенств полномочий:</u> Асинхронный сбалансированный режим	(SABM; 11100	(SABME) 11110

Режим нормальных ответов (NRM):



6.3. Протоколы повторной передачи кадров

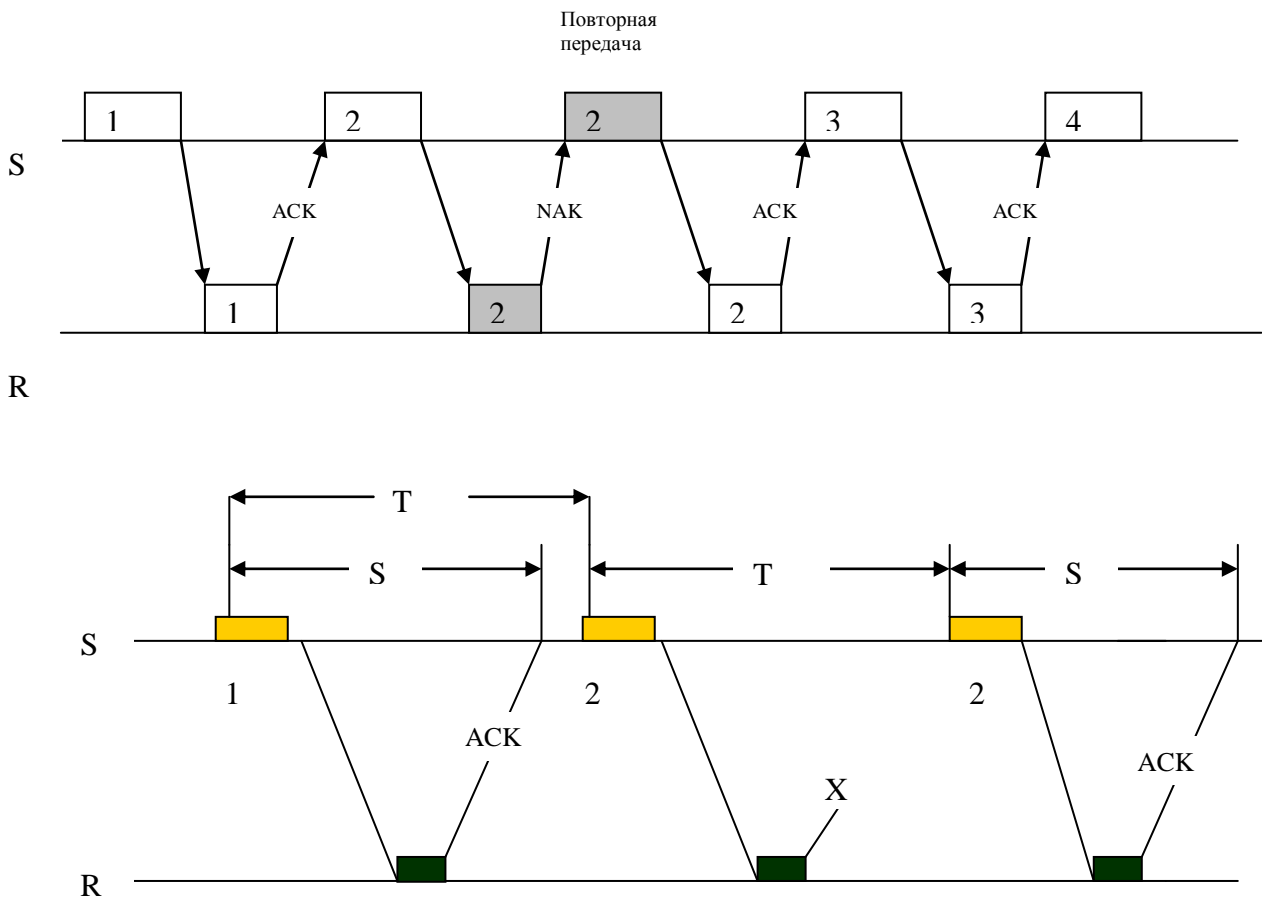
Механизм автоматического запроса повторной передачи (ARQ - Automatic Repeat Quest)

Характеристика протокола - *корректность и эффективность*.

- Целью протокола повторной передачи является реализация надежной доставки кадров по ненадежному каналу.
- Кадры, не принятые корректно, посылаются повторно. Отправитель информируется об ошибках передачи с помощью таймера и подтверждений.
- Протоколы повторной передачи корректны, если они позволяют получателю принять точно одну правильную копию каждого кадра.
- Эффективность протокола повторной передачи равна средней скорости успешной доставки кадров (Rэф) деленной на скорость передачи в канале.

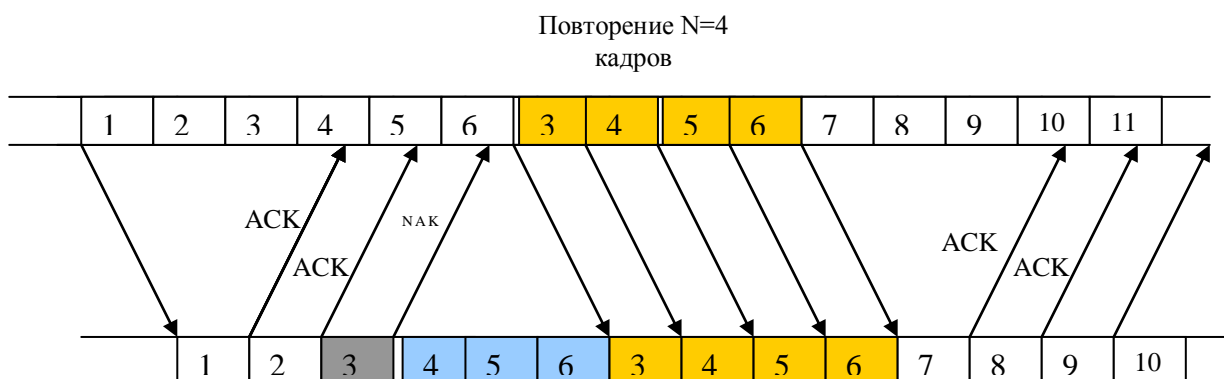
6.3.1. Протокол с остановкой и ожиданием (SWP - Stop-and-Wait Protocol).

Данный протокол реализует алгоритм РОС-ОЖ..

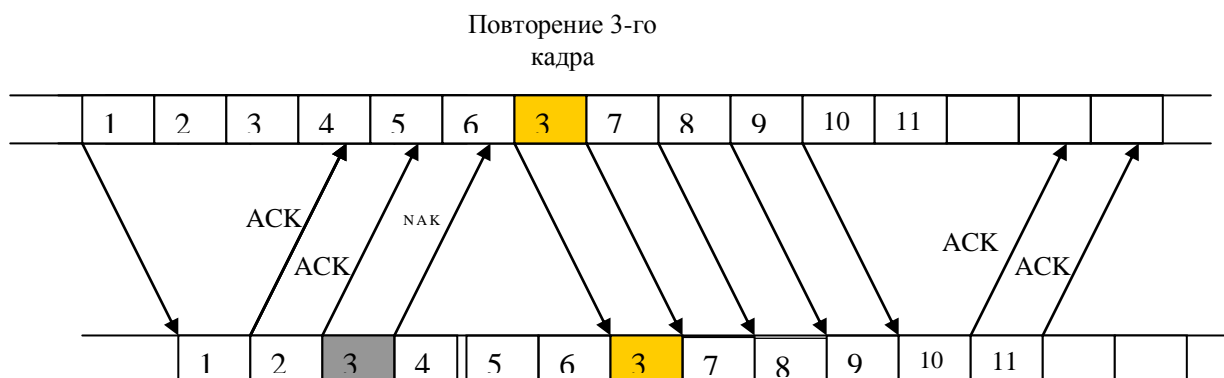


Алгоритм работы протокола SWP

6.3.2. Протокол повторной передачи с возвращением на N кадров назад. (GBN - Go Back N)

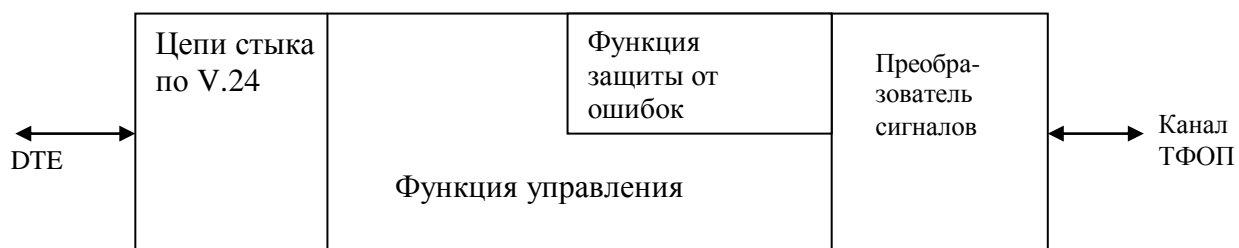


6.3.3. Протокол повторной передачи с выборочным (селективным) повторением (SRP - Selective Repeat Protocol)



6.4. Протокол V.42.

Стандарт V.42, принятый МСЭ-Т в 1988г., определяет процедуру LAPM (Link Access Procedure for Modems)



Функции DCE согласно V.42

Формат кадров V.42

I- кадр:

Флаг	Адрес	Поле управления	Данные (n бит)	CRC	Флаг
------	-------	-----------------	----------------	-----	------

Поле управления I- кадра:

0								P/F											
N(S)										N(R)									

Поле управления S-кадра:

1	0	S	S	x	x	x	x	P/F											
N(S)										N(R)									

Поле управления U-кадра:

1	1	M	M	P/F	M	M	M
---	---	---	---	-----	---	---	---

6.5. Протоколы передачи файлов

6.5.1. Протокол Xmodem (длина блока данных 128 байт, контрольная сумма по модулю 256)

Передатчик	Направление передачи	Приемник
	←	<NAK>
<SOH>01FE<данные><CS>	→	
	←	<ACK>
<SOH>02FD<данные><CS>	→	(обнаружены ошибки)
	←	<NAK>
<SOH>02FD<данные><CS>	→	
	←	<ACK>
<SOH>03FC<данные><CS>	→	
(знак <ACK> искажен)	←	<ACK>
<SOH>03FC<данные><CS>	→	
	←	<ACK>
<EOT>	→	
	←	<любой знак, кроме <ACK>
<EOT>	→	
	←	<ACK>
Передача файла завершена		

Время таймаута = 10с.

Недостатки: низкая производительность (РОС-ОЖ или SWP) и большая вероятность необнаруженной ошибки.

6.5.2. Протокол Xmodem-CRC. Используется **CRC-16**, обнаруживающий все одиночные, двойные и все ошибки нечетной кратности. Вначале вместо знака <NAK> передаются знаки с (63)h. Не получив ответа на три переданных знака с, приемник переходит на протокол **Xmodem** и передает знаки <NAK>.

6.5.3. Протокол Xmodem-1k. Это модернизация протокола **Xmodem-CRC**. Длина блока данных 1024 байт. Кадр в этом случае начинается знаком <STX>, комбинация (02)h, а не знаком <SOH>. Возможна работа и с кадрами длиной в 128 байт с заголовком <SOH>. Передатчик может изменить длину блока данных только после приема квитанции <ACK> для текущего кадра. Номер блока увеличивается на единицу независимо от длины блока.

6.5.4 Протокол Ymodem представляет собой протокол **Xmodem-CRC**, в котором реализована групповая передача кадров. Протокол **Ymodem** может:

- применять **CRC-16** при приеме знаков "с", в противном случае использует 8-битную контрольную сумму;
- работать с блоками длиной 128 так и 1024 байта;
- обеспечивать переключение длин блоков.

6.5.5. Протокол Ymodem-g. Применяется **CRC-16**, обеспечивает передачу данных с высокими скоростями и малой вероятностью ошибки. Реализуется алгоритм РОС-НП, передатчик передает блоки подряд на высокой скорости, не ожидая подтверждения после каждого блока. Подтверждающий знак <ACK> будет передан только в конце передачи всего файла. Приемник инициирует такую групповую передачу путем посылки знаков g вместо "с". Такой протокол позволяет достичь скорости передачи, близкой к максимально возможной в данном канале.

При обнаружении ошибок приемник прекращает передачу кадров, посылая последовательность специальных знаков CAN кода ASCII.

6.5.6. Протокол Zmodem. Обеспечивает повышенную достоверность благодаря применению **CRC-32**, что уменьшает вероятность необнаруженной ошибки не менее, чем на пять порядков [О.И.Лагутенко, стр. 191]

6.6. Протоколы сжатия данных.

6.6.1. Протокол V.42bis.

Этот протокол обеспечивает коэффициент сжатия 4:1, протокол V.42bis основан на алгоритме Лемпела-Зива-Уэлча (LZW-алгоритм).

Работа кодера LZW на примере трёхсимвольного алгоритма (а,б,в).
(а- код 1,б-код 2,в- код 3)

Символ	wK	w	Выход	Строка, добавляемая в словарь
а	а	а	-	
б	аб	б	код "а"=1	аб - код4
а	ба	а	код "б"=2	ба - код5
б	аб	аб	-	
в	абв	в	код "аб"=4	абв - код6
б	вб	б	код "в"=3	вб - код7
а	ба	ба	-	
б	баб	б	код "ба"=5	баб - код8
а	ба	ба	-	
б	баб	баб	-	
а	баба	а	код "баб"=8	баба - код9
а	аа	а	код "а"=1	аа - код10
а	аа	аа	-	
а	ааа	а	код "аа"=10	ааа - код11
а	аа	аа	-	
а	ааа	ааа	-	
а	аааа	а	код "ааа"=11	аааа - код12

6.6.2. Протокол V.44.

Коэффициент сжатия 6:1. Эффективен при работе с гипертекстом. В основе протокола лежит модификация алгоритма Лемпела-Зива LZJH

6.7. Радиомодемы.

Классификация:

- низкоскоростные для каналов ТЧ:
 - радиомодемы для связи "точка-точка";
 - пакетные радиомодемы
- высокоскоростные радиомодемы ISM-диапазонов.

6.7.1. Пакетные радиомодемы.

Рекомендация AX.25

Скорость передачи данных обычно не превышает 9600 бит/с.

Протокол обмена предусматривает множественный доступ к радиоканалу.

Формат кадров соответствуют протоколу канального уровня HDLC.

Формат кадров AX.25

Информационный кадр (тип I)

ФЛАГ	АДР, ПОЛЕ	ПОЛЕ УПР.	ДАННЫЕ	CRC-16	ФЛАГ
01111110	14--70 байт	1 байт	до 256 байт	2 байта	01111110

Служебный (управляющий) кадр (S-кадры и U-кадры)

ФЛАГ	АДР, ПОЛЕ	ПОЛЕ УПР.	CRC-16	ФЛАГ
01111110	14--70 байт	1 байт	2 байта	01111110

Формат адресного поля:

ель		Отправитель.		Ретранслятор	
Адрес (6 байт)	ИП	Адрес (6 байт)	ИП	Адрес (6 байт)	ИС

Идентификатор (ИП, ИС), 1 байт:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Первый бит: "1" - признак последнего байта адресного поля;

Биты со 2-го по 5-ый содержат вторичный идентификатор пользователя (станции), это число от 0 до 15, которое определяет уровень сервиса; обычный

пользователь имеет 1.

6-ой и 7-ой биты - резерв (нет определенного назначения);

8-ой бит : для отправителя и получателя всегда устанавливается в нуль; для ретрансляторов - в "1" - если ретранслятор уже пройден и в "0" - если ретранслятор еще не пройден.

6.7.2. Радиомодемы ISM - диапазона.

Эти радиомодемы работают в диапазонах, выделенных для промышленного, научного и медицинского оборудования (ISM - Industrial, Scientific and Medical): 902-928 МГц; 2,4 - 2,4835 ГГц и 5,725 - 5,85 ГГц

Тема 7. Вопросы информационной безопасности.

1

РУКОВОДЯЩИЕ ДОКУМЕНТЫ ГОСТЕХКОМИССИИ РОССИИ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ ОТ НСД

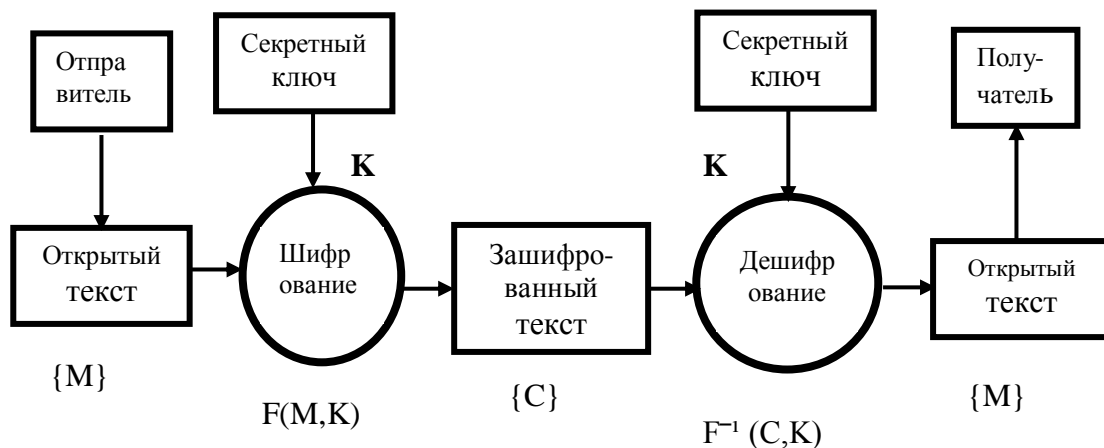
- ◆ Защита от несанкционированного доступа к информации (термины и определения)
- ◆ Концепция защиты СВТ и АС от НСД к информации
- ◆ Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации (классификация автоматизированных систем и требования по защите информации)
- ◆ Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от НСД к информации
- ◆ Временное положение по организации разработки, изготовления и эксплуатации программных и технических средств защиты информации от НСД в автоматизированных системах и средствах вычислительной техники

РУКОВОДЯЩИЕ ДОКУМЕНТЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНСТВА ПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ СВЯЗИ И ИНФОРМАЦИИ (ФАПСИ) ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ

- ◆ Требования к заявителю на право установки (инсталляции), эксплуатации сертифицированных ФАПСИ шифровальных средств и предоставления услуг по шифрованию информации при защите информации по уровню "С". Утверждены руководством ФАПСИ 05.01.97г.
- ◆ Порядок лицензирования установки (инсталляции), эксплуатации сертификационных ФАПСИ шифровальных средств и предоставления услуг по шифрованию информации, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну, в корпоративных сетях типа "банк-клиент", системах финансового и фондового рынка, предприятий, организаций и учреждений Российской Федерации при защите информации по уровню "С". Утверждены руководством ФАПСИ 31.12.96г.
- ◆ Представляемый заявителем перечень сведений, обосновывающих наличие на предприятии условий для установки (инсталляции), эксплуатации сертифицированных ФАПСИ шифровальных средств и предоставления услуг по шифрованию информации при защите информации по уровню "С". Утвержден руководством ФАПСИ 06.12.96г.

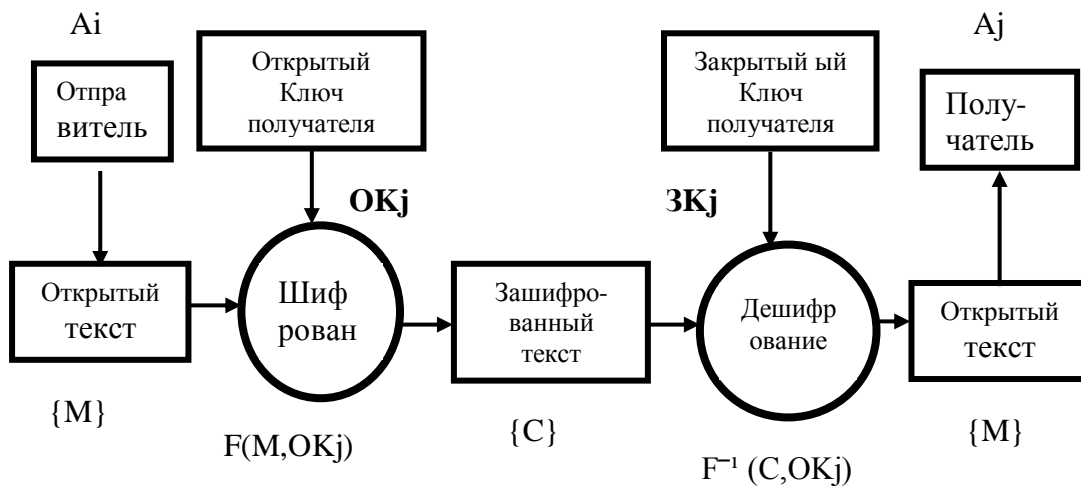
Методы шифрования.

1) Симметричные ключи (системы с общим секретным ключом).



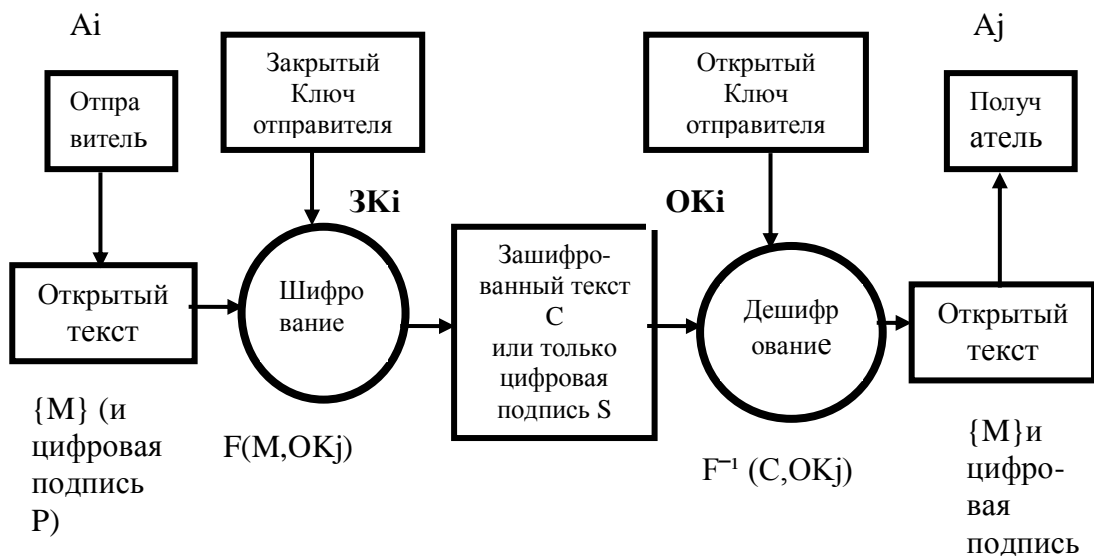
Пример: стандарт DES (Data Encryption Standard)

2) Ассиметричные ключи (использование пары ключей - открытого и закрытого)



Пример: технология RAS (Rivest, Shamir, Aldeman)

Цифровая подпись



Одновременное шифрование текста и цифровая подпись.

