

## ЛИТЕРАТУРА

### ПО КУРСУ «ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ»

#### 1. Основная литература по курсу

- 1.1. Телевидение. Учебник для ВУЗов, 5-е издание, перераб. и дополн. Под ред. В. Е. Джакони. М., Радио и связь, 2000, 640 с.
- 1.2. Мищенко Е.Н., Мищенко С. Е., Хорошавин А. И. “Основы телевидения: Учебное пособие”. МО РФ, 2001, 322 с.
- 1.3. Смирнов А.В. “Основы цифрового телевидения: Учебное пособие”. -М.: «Горячая линия – Телеком», 2001, 224 с.
- 1.4. Мамаев Н.С., Мамаев Ю.Н., Теряев Б.Г. Цифровое телевидение / под.ред. Н.С. Мамаева.-М.: “Горячая линия –Телеком”. 2001. 180 с.
- 1.5. Цифровое преобразование изображений: Учебное пособие для ВУЗов / Р. Е. Быков., Р. Фрайер , К. В.Иванов, А. А. Манцветов; Под ред. Профессора Р. Е. Быкова. – М.: “Горячая линия – Телеком”, 2003, 228 с.

#### 2. Дополнительная литература по курсу

- 2.1. Птачек М. Цифровое телевидение: Теория и техника / Перев. С чеш.; под ред. Л. С. Виленчика.-М.: Радио и связь, 1990, - 528 с.
- 2.2. Хохлов Б. Н. Декодирующие устройства цветных телевизоров. – М.: Радио и связь, 1998, - 512 с.
- 2.3. Новаковский С. В., Котельников А.В. Новые системы телевидения. Цифровые методы обработки видеосигналов.- М.: Радио и связь, 1992, 88 с.
- 2.4. Тимофеев Б. С. Цифровое телевидение: Учебное пособие / СПб.: Изд. СпбГУ-АП, 1998. – 49 с.
- 2.5. Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. «Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы. -М.: Научно-Исследовательский институт радио (НИИР), 2001. -568с. : ил.

## ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА КУРСА «ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ»

Предметом изучения дисциплины являются вопросы передачи и приема сигналов изображений на расстоянии, обработка и хранение визуальной информации в цифровой форме ее представления.

В результате изучения курса студенты должны знать основные принципы

построения систем цифрового телевидения, знать вопросы дискретизации и квантования телевизионных сигналов и существующие стандарты на параметры этих операций, представлять методы цифровой обработки телевизионных

сигналов и изображений, включая ортогональные преобразования, оценку и компенсацию движения, цифровую фильтрацию, кодирование с

предсказанием, фрактальное кодирование. Уметь разбираться в основных

научно-технических публикациях по различным вопросам дисциплины.

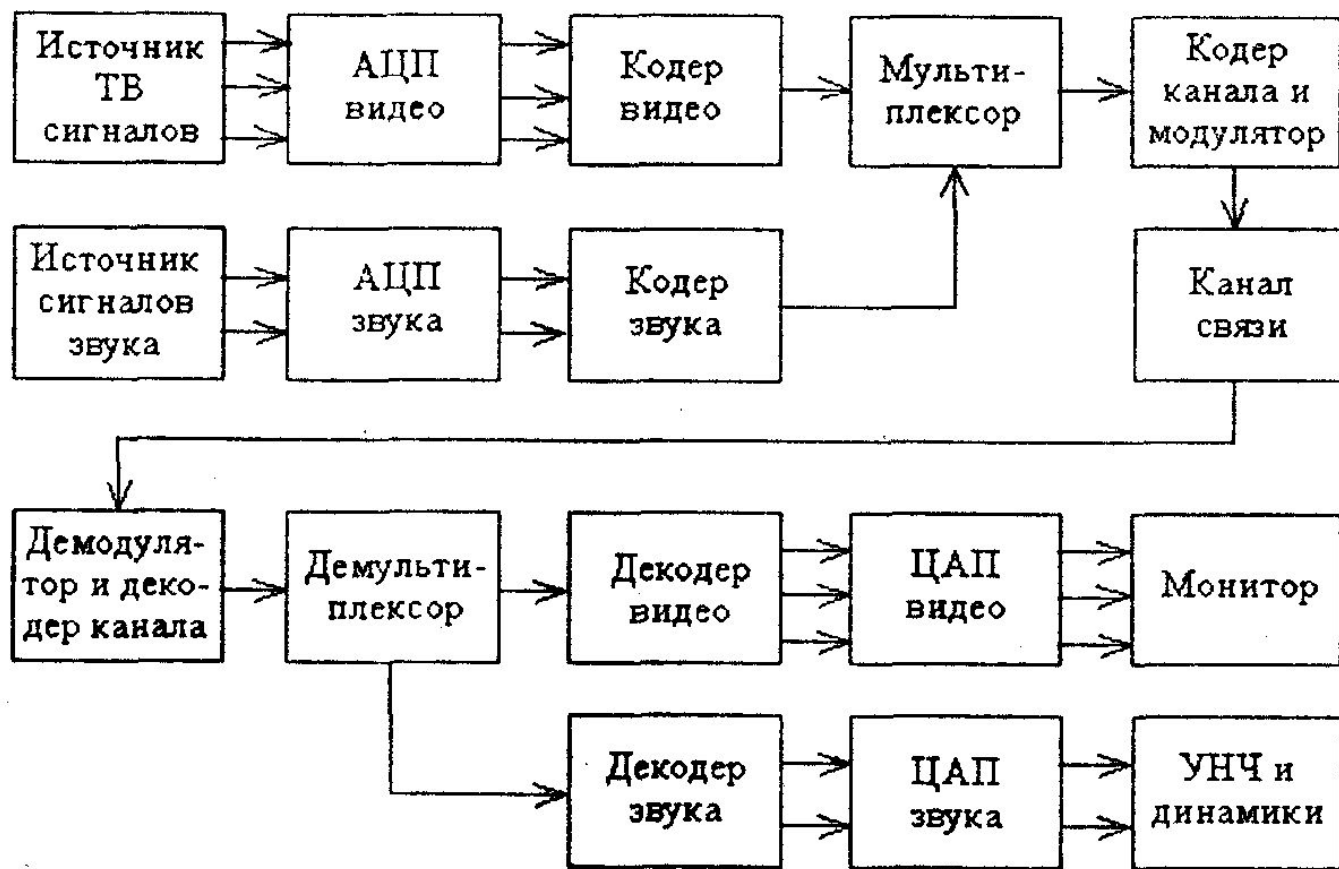


Рис. 1.1. Структурная схема цифровой телевизионной системы

# Общие сведения о дискретизации и квантовании сигналов изображений

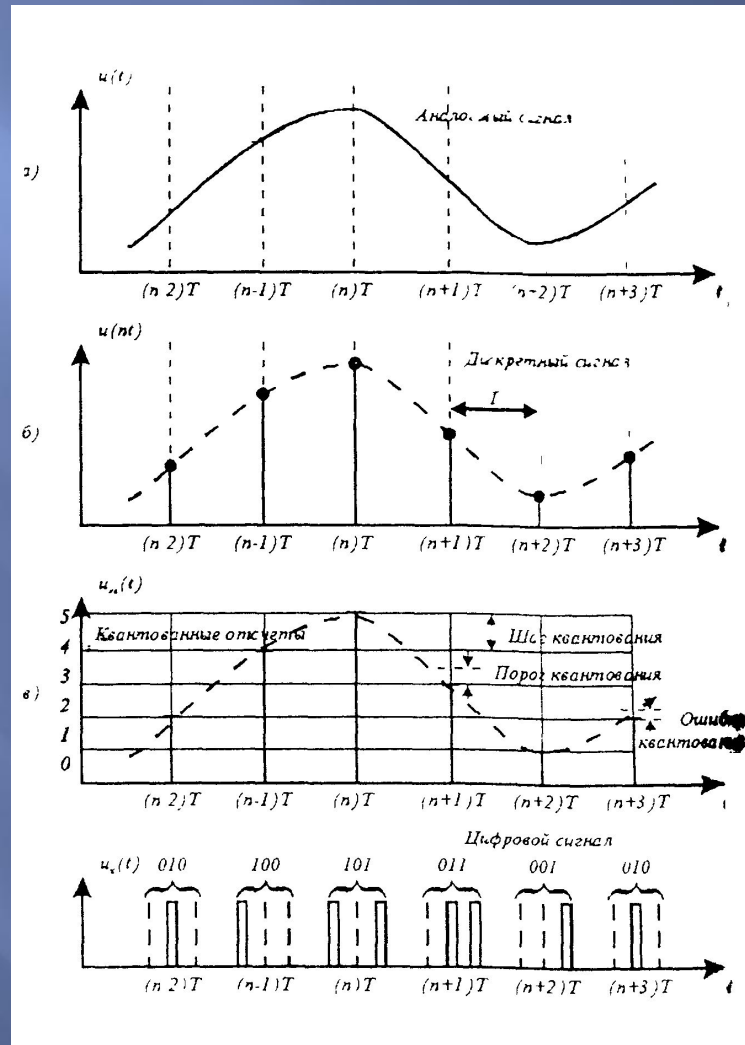


Рис.2.1 Преобразование сигнала из аналоговой формы в цифровую

# Общие сведения о дискретизации и квантовании сигналов изображений

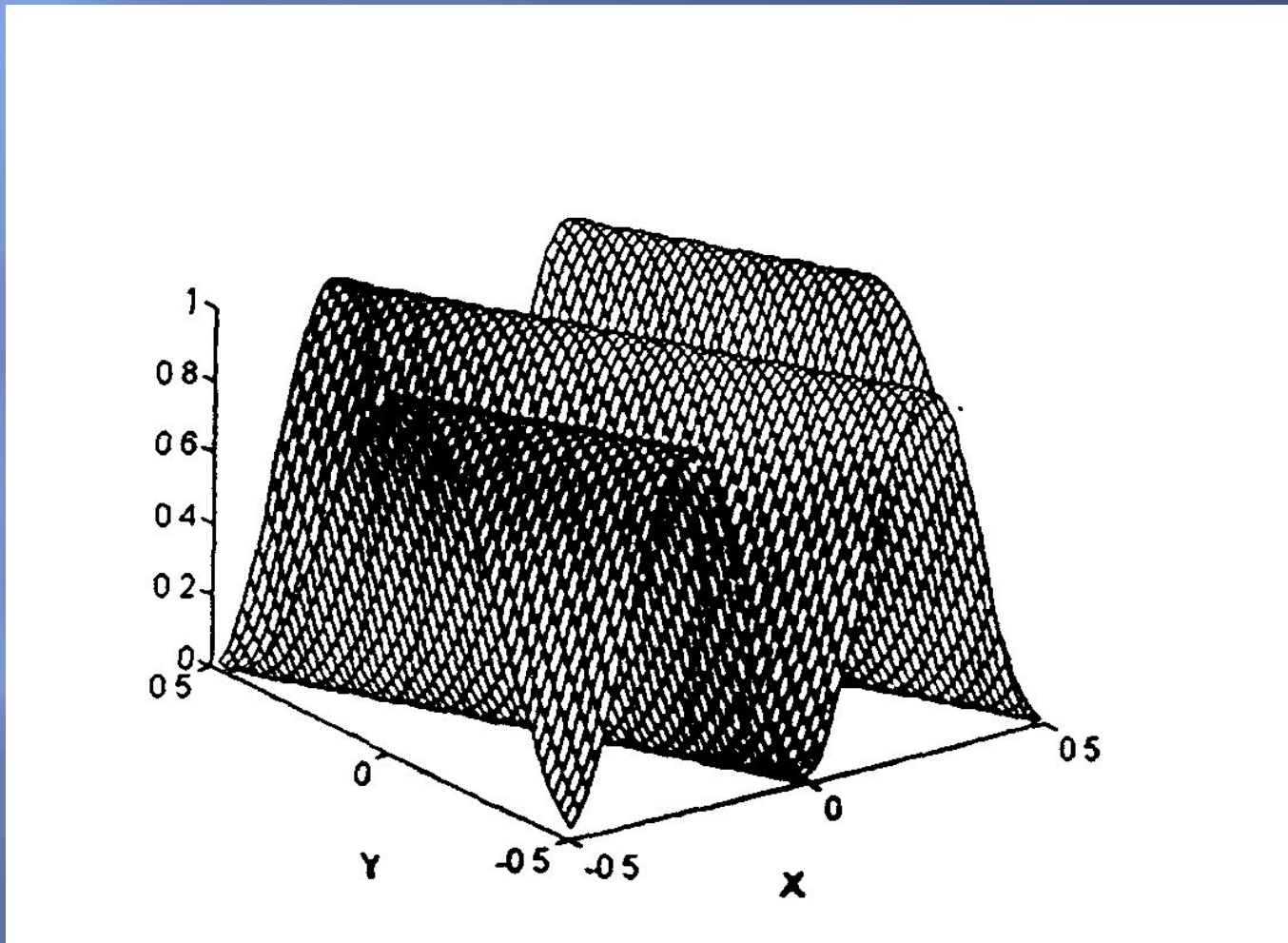


Рис.2.2 Пример двумерной функции координат

# Общие сведения о дискретизации и квантовании сигналов изображений

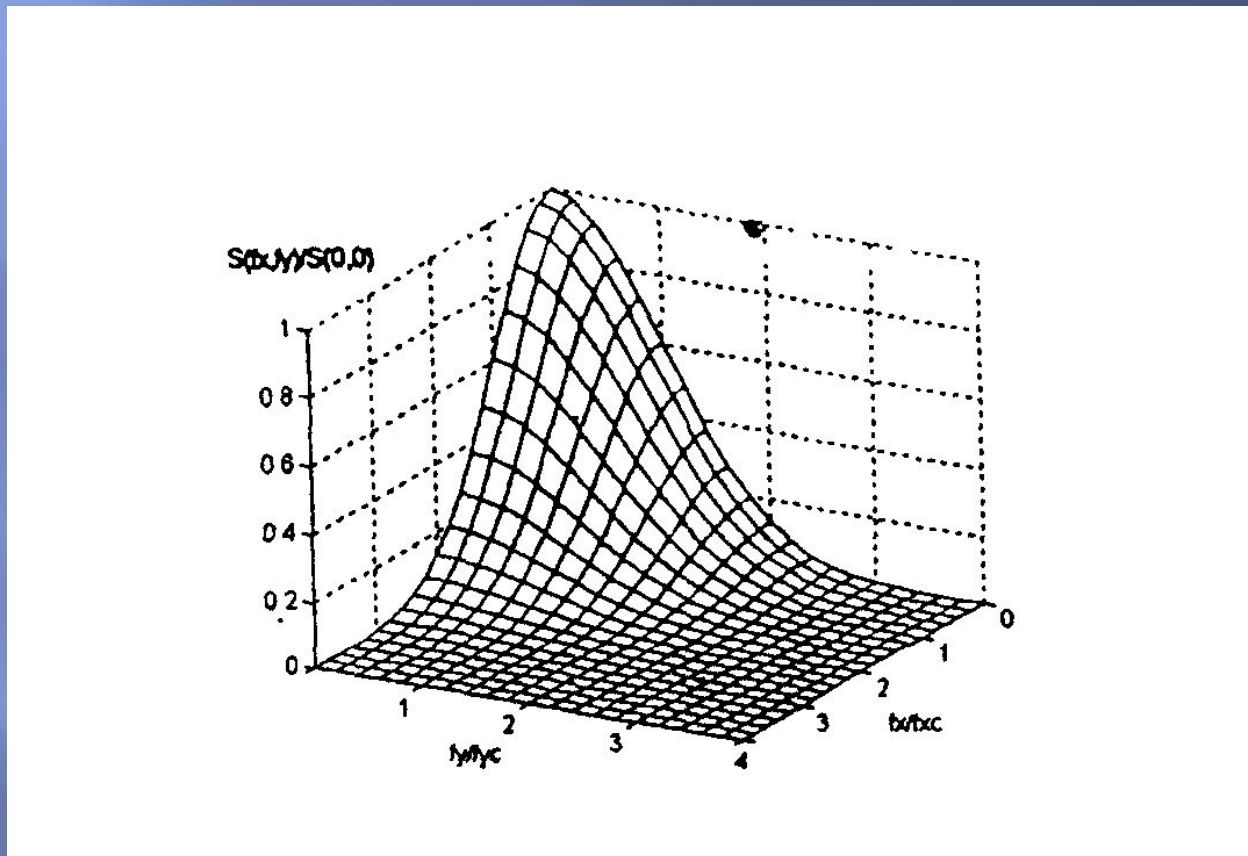


Рис.2.3 Тримерный вид пространственного спектра для реальных изображений

## Общие сведения о дискретизации и квантовании сигналов изображений

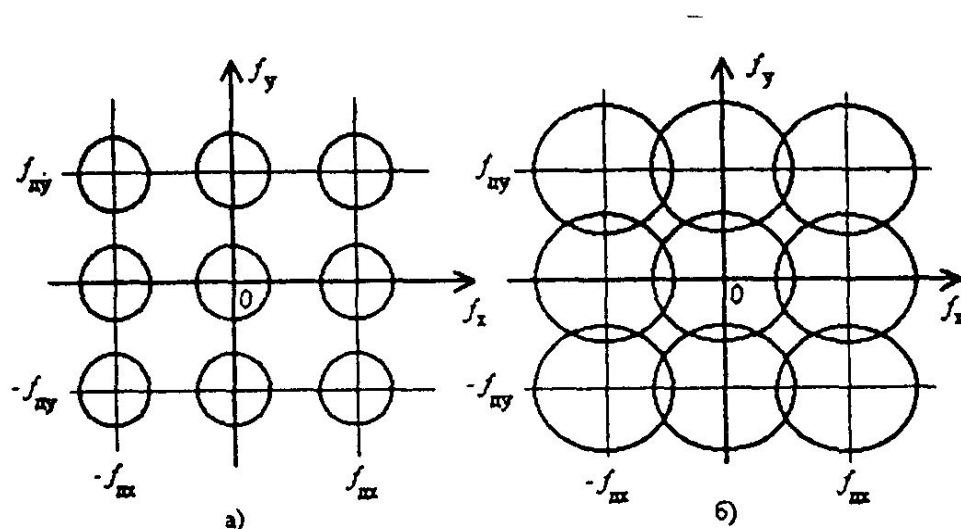


Рис.2.4 Пространственные спектры дискретизированных изображений в случаях выполнения (а) и нарушения (б) условий аналога теоремы Котельникова для двумерных сигналов

# Общие сведения о дискретизации и квантовании сигналов изображений

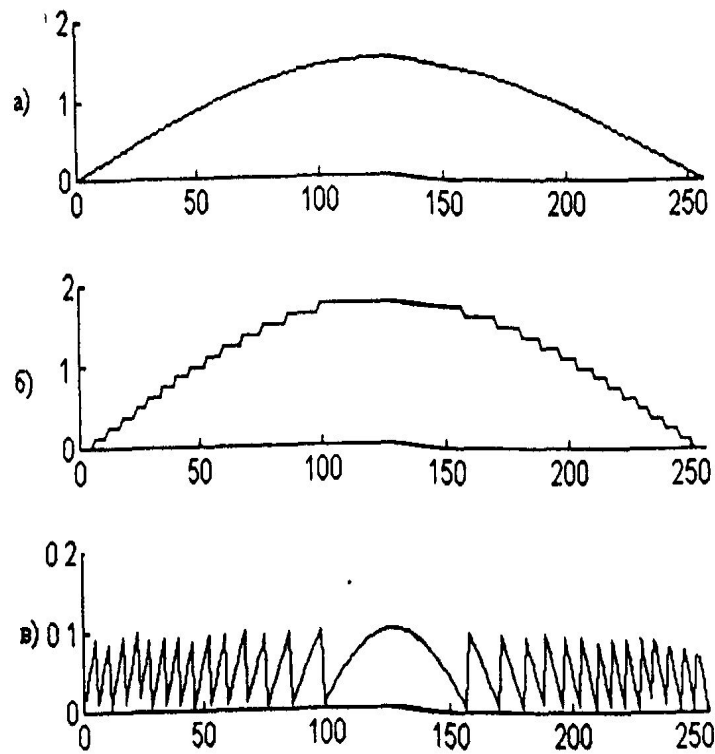


Рис. 2.5 Сигнал до квантования (а), сигнал после квантования (б), ошибка квантования (в)

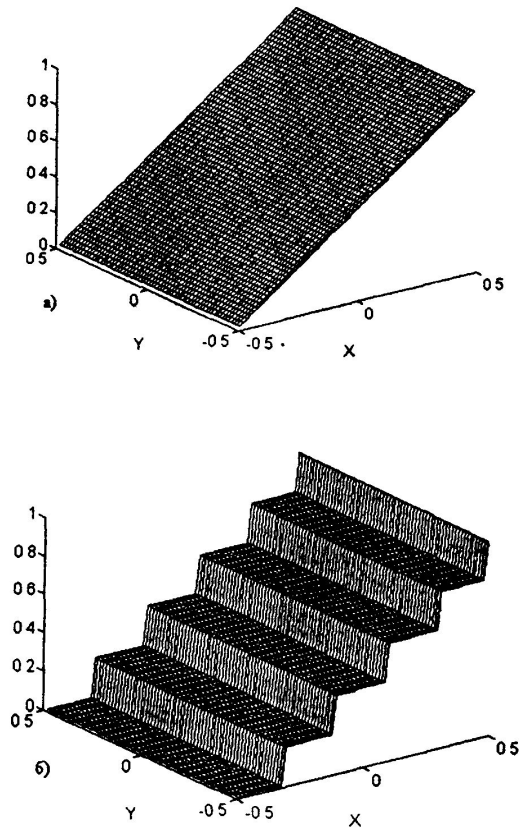


Рис. 2.6 Исходное распределение яркости в изображении (а) и распределение яркости после квантования (б)



# Цифровые телевизионные сигналы согласно рекомендации ITU – R BT 601 (дискретизация и квантование)

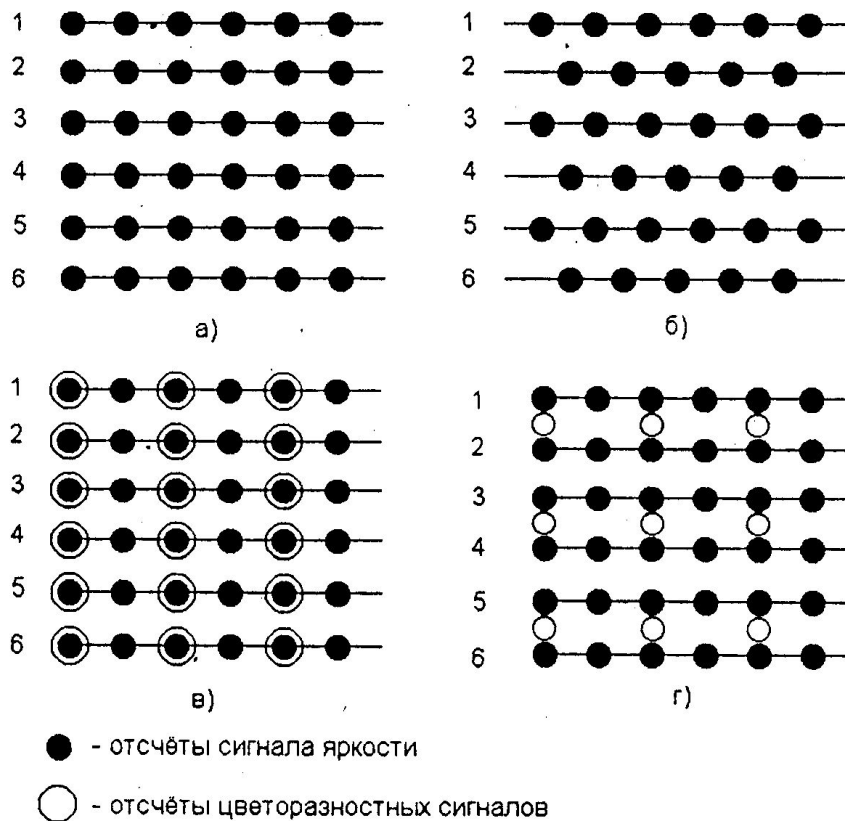


Рис. 2.7. Варианты расположений отсчетов при дискретизации изображения

# Цифровые телевизионные сигналы согласно рекомендации ITU – R BT 601 (дискретизация и квантование)

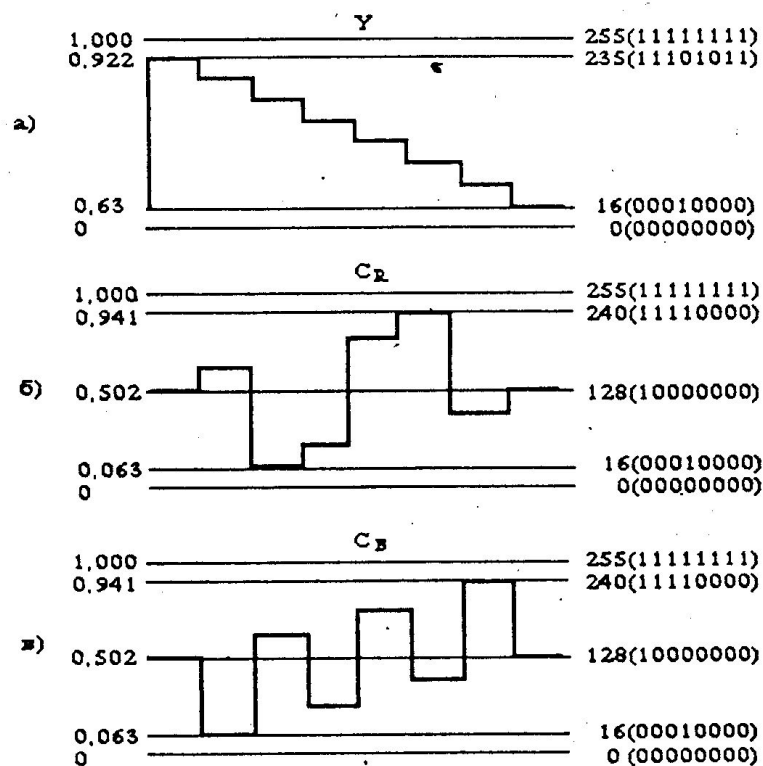
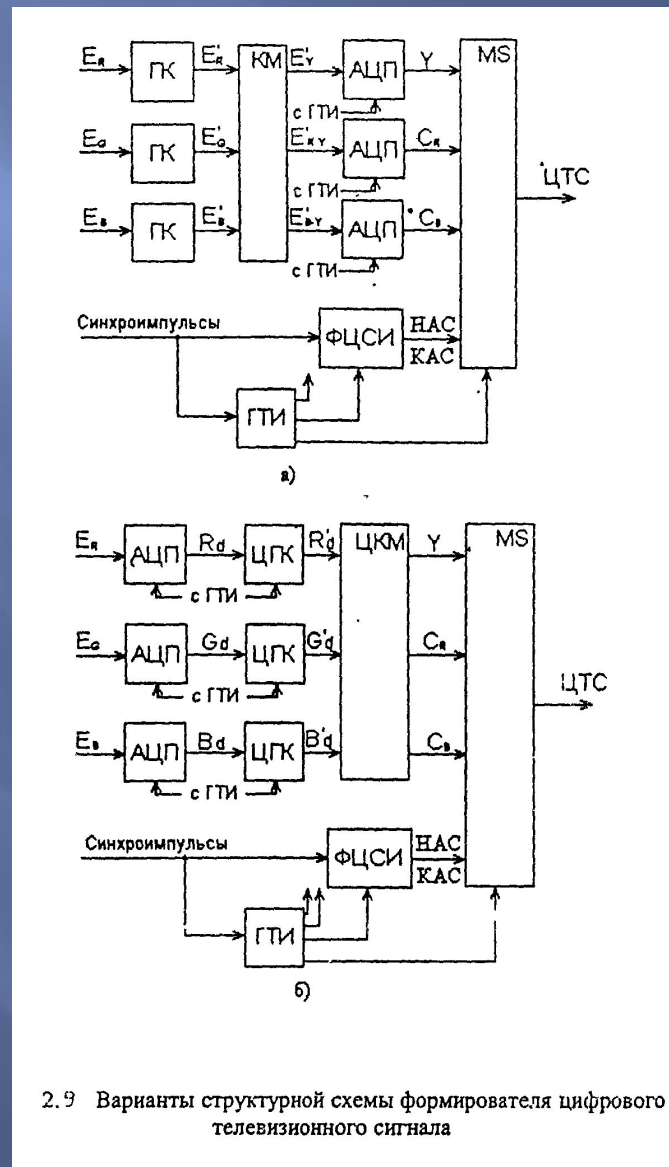


Рис. 2.8 . Соответствие между уровнями аналоговых телевизионных сигналов и уровнями квантования по Рекомендации ITU-R BT 601

# Формирование цифровых телевизионных сигналов (параллельный и последовательный видеостык)



## Формирование цифровых телевизионных сигналов (параллельный и последовательный видеостык)

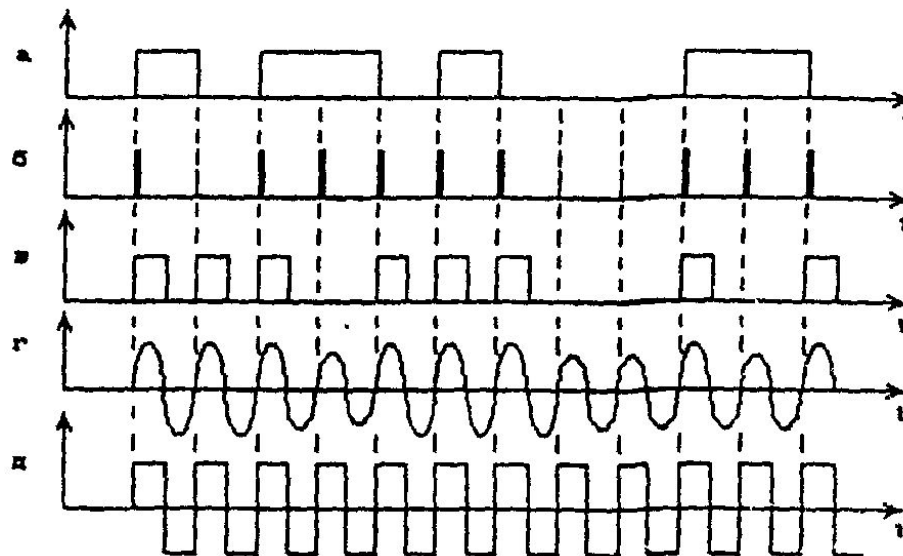
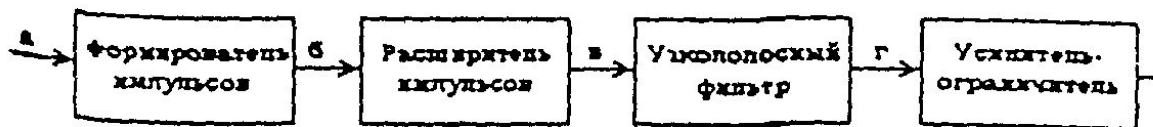


Рис. 2.10 Выделение тактовых импульсов из передаваемого последовательно цифрового сигнала

## Формирование цифровых телевизионных сигналов (параллельный и последовательный видеостык)

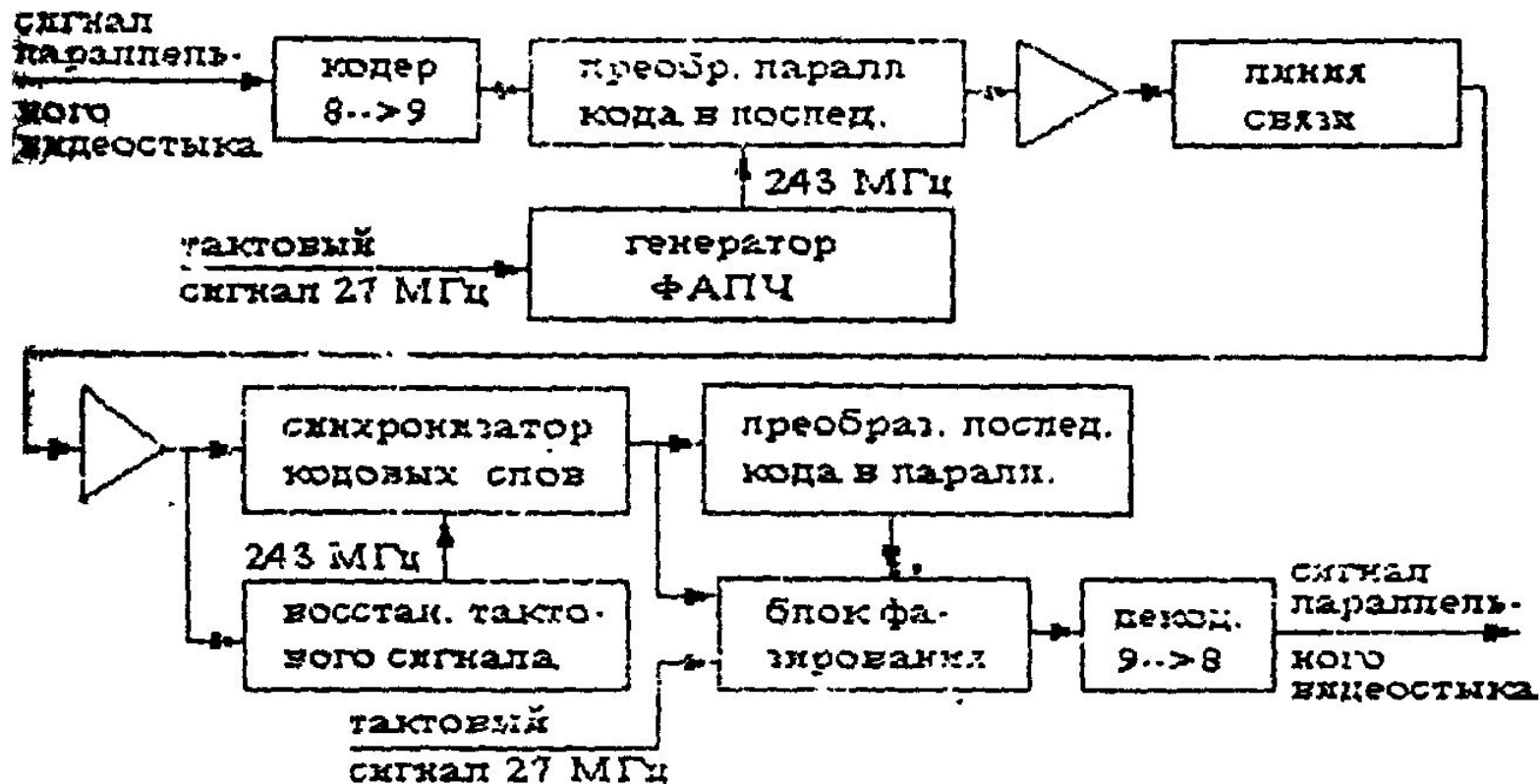


Рис. 2. (!) Последовательный видеостык

Таблица 21

Формат	Сигнал яркости	Цветоразностные сигналы	Максимальная скорость передачи, Мбит/с
SQCIF	128×96	64×48	2,9
QCIF	176×144	88×72	8,7
CIF	352×288	176×144	34,8
4CIF	704×576	352×288	139
16CIF	1408×1152	704×576	557

# Параметры цифровых ТВ - сигналов в рекомендации ITU-T H.263

Т а б л и ц а 2 2

Стандарт ТВ-сигнала	NTSC (525 строк)	PAL (625 строк)
Выборки в строке	910	1135
Выборки в активной части строки	768	948
Структура выборок	Ортогональная	Неортогональная
Частота выборок	14,31818 МГц	17,734475 МГц
Скорость передачи двоичных символов	143 Мбит/с	177 Мбит/с
Уровень гашения	4	1
Уровень белого	200	211
Уровень черного	60	64

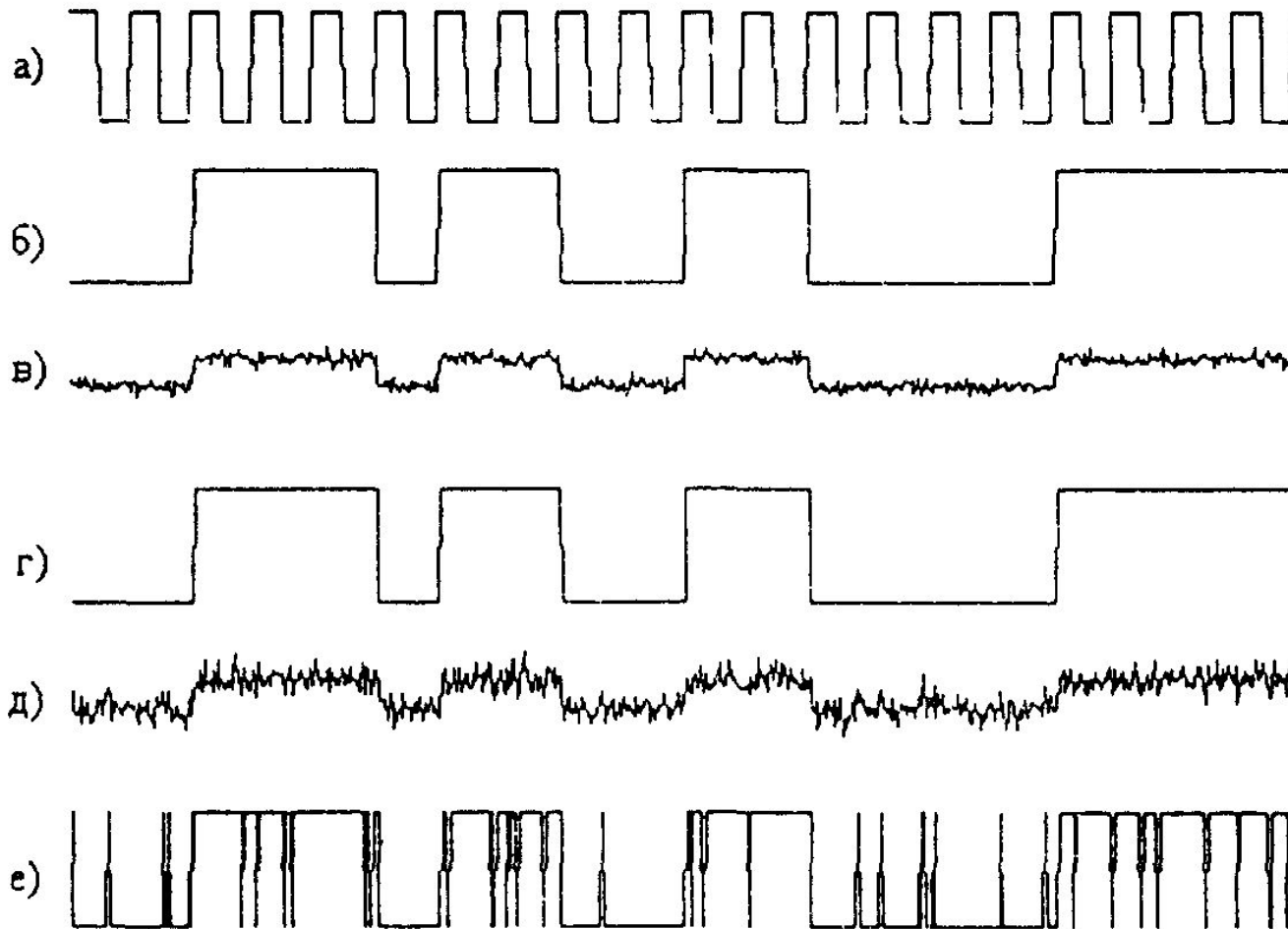


Рис 2,12. Возникновение ошибок в цифровом канале связи



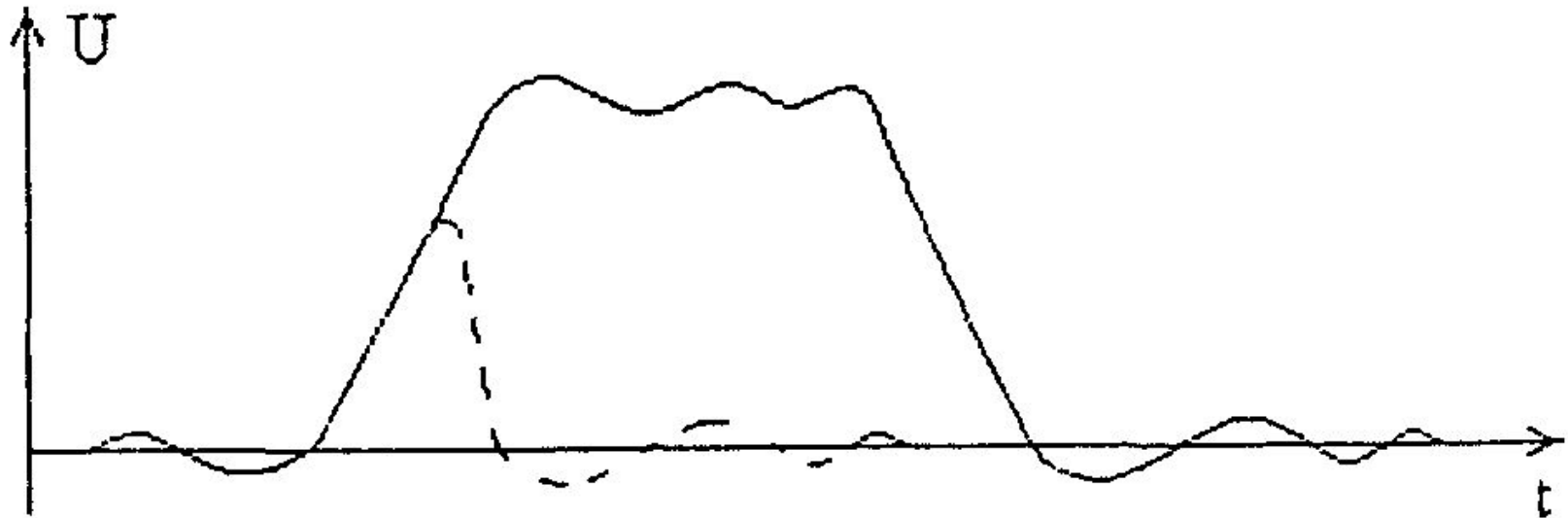


Рис 2,13. Искажение формы импульсов в канале связи

# Параметры цифровых ТВ - сигналов в рекомендации ITU-T H.263

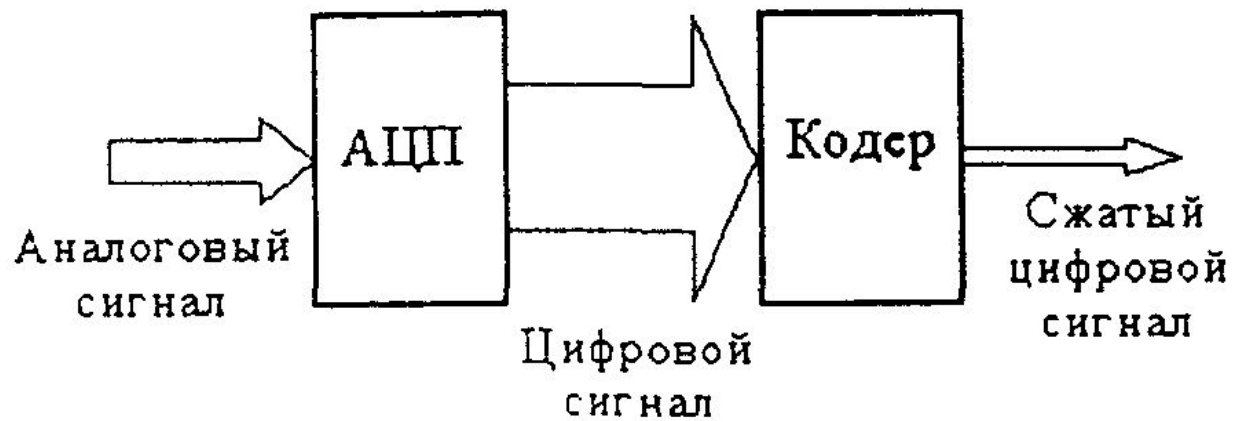
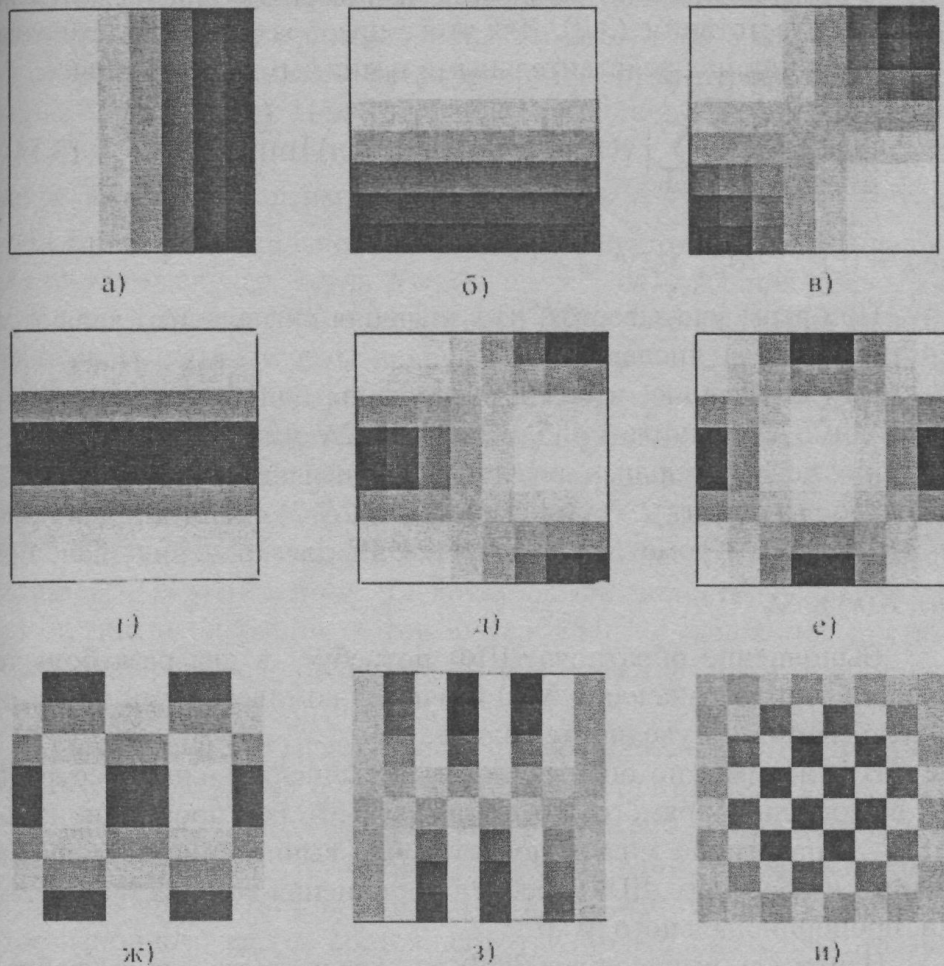


Рис 2.14. Требования к каналам связи в системе цифрового телевидения

# Дискретное косинусное преобразование



а)  $k = 1, l = 0$ ; б)  $k = 0, l = 1$ ; в)  $k = 1, l = 1$ ;  
г)  $k = 0, l = 2$ ; д)  $k = 1, l = 2$ ; е)  $k = 2, l = 2$ ;  
ж)  $k = 4, l = 2$ ; з)  $k = 7, l = 1$ ; и)  $k = 7, l = 7$ .

Рис. 3.3. Некоторые базисные функции двумерного ДКП блока 8x8 элементов изображения

# Цифровая фильтрация в цифровом телевидении. Пример двумерных линейных фильтров



Рис. 3.1.1. Тестовое изображение "Лена" 256×256 пикселей

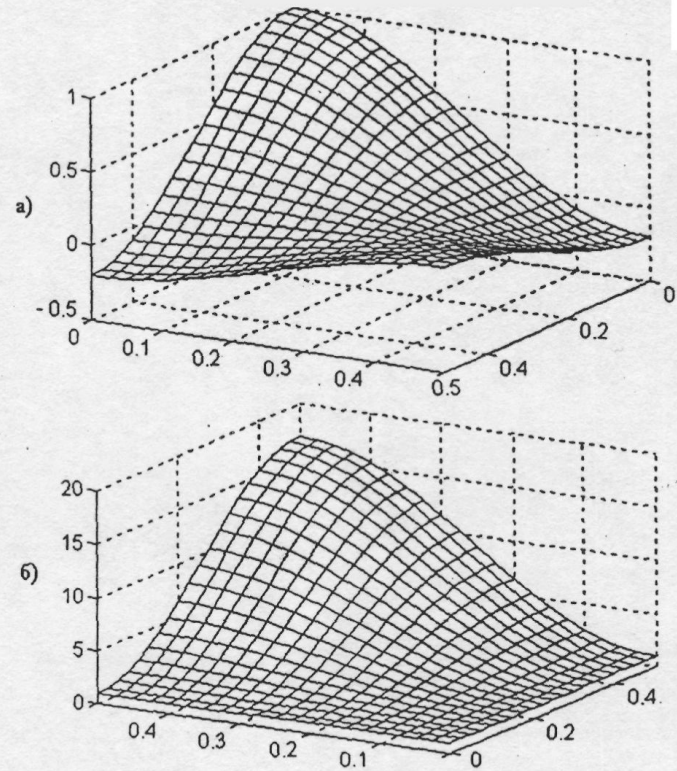


Рис. 3.1.2. Пространственно-частотные характеристики ФНЧ (а) и ФВЧ (б).

# Цифровая фильтрация в цифровом телевидении. Пример двумерных линейных фильтров

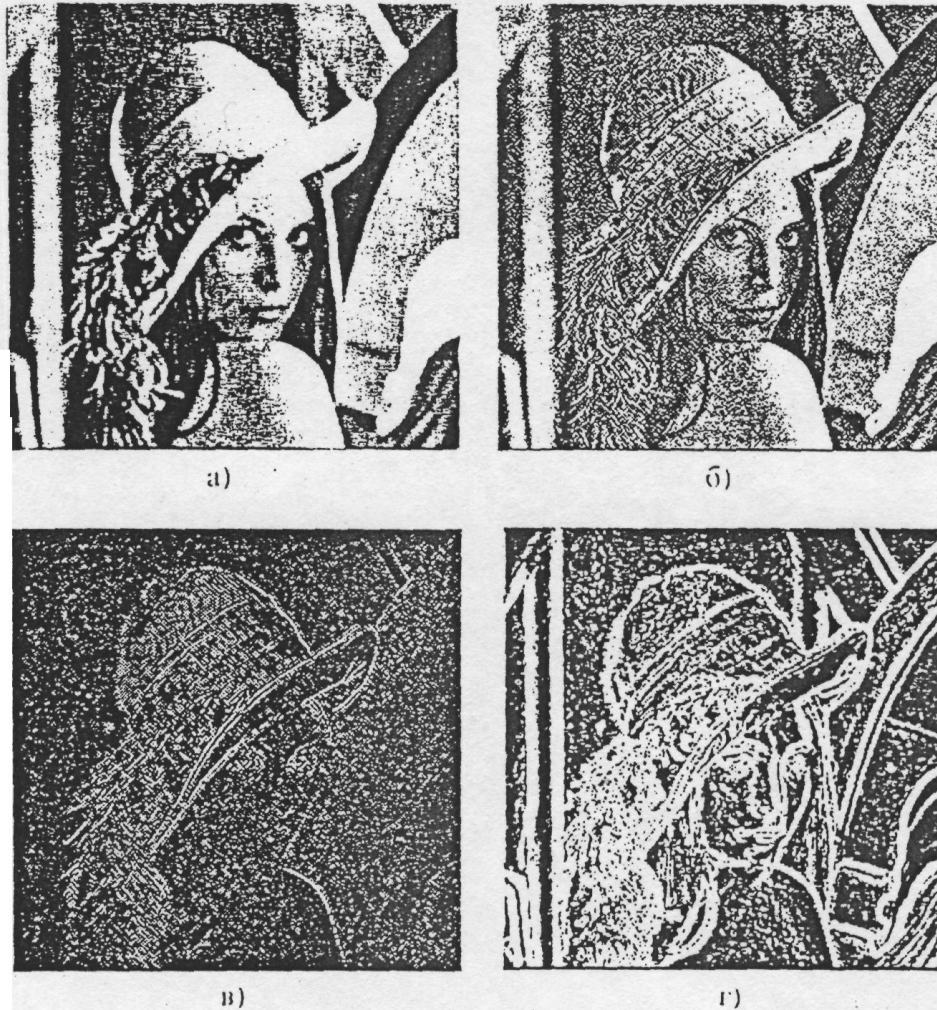


Рис. 3.13. Действие фильтров на тестовое изображение: ФНЧ (а), ФВЧ (б),  
фильтр Лапласа (в) и фильтр Собеля (г)

Цифровая фильтрация в цифровом телевидении.  
Пример двумерных линейных фильтров

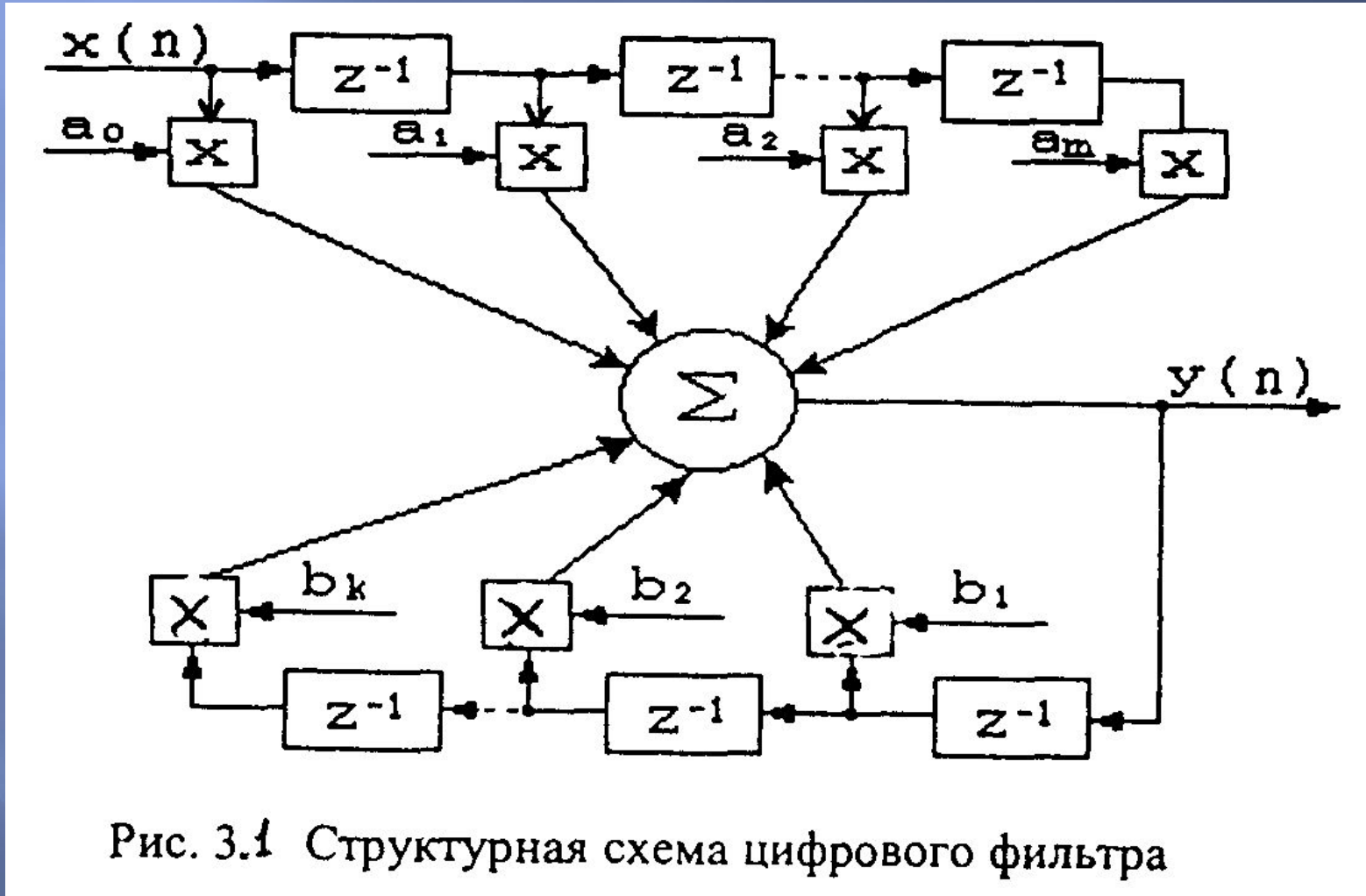


Рис. 3.1 Структурная схема цифрового фильтра

# Цифровая фильтрация в цифровом телевидении. Пример двумерных линейных фильтров

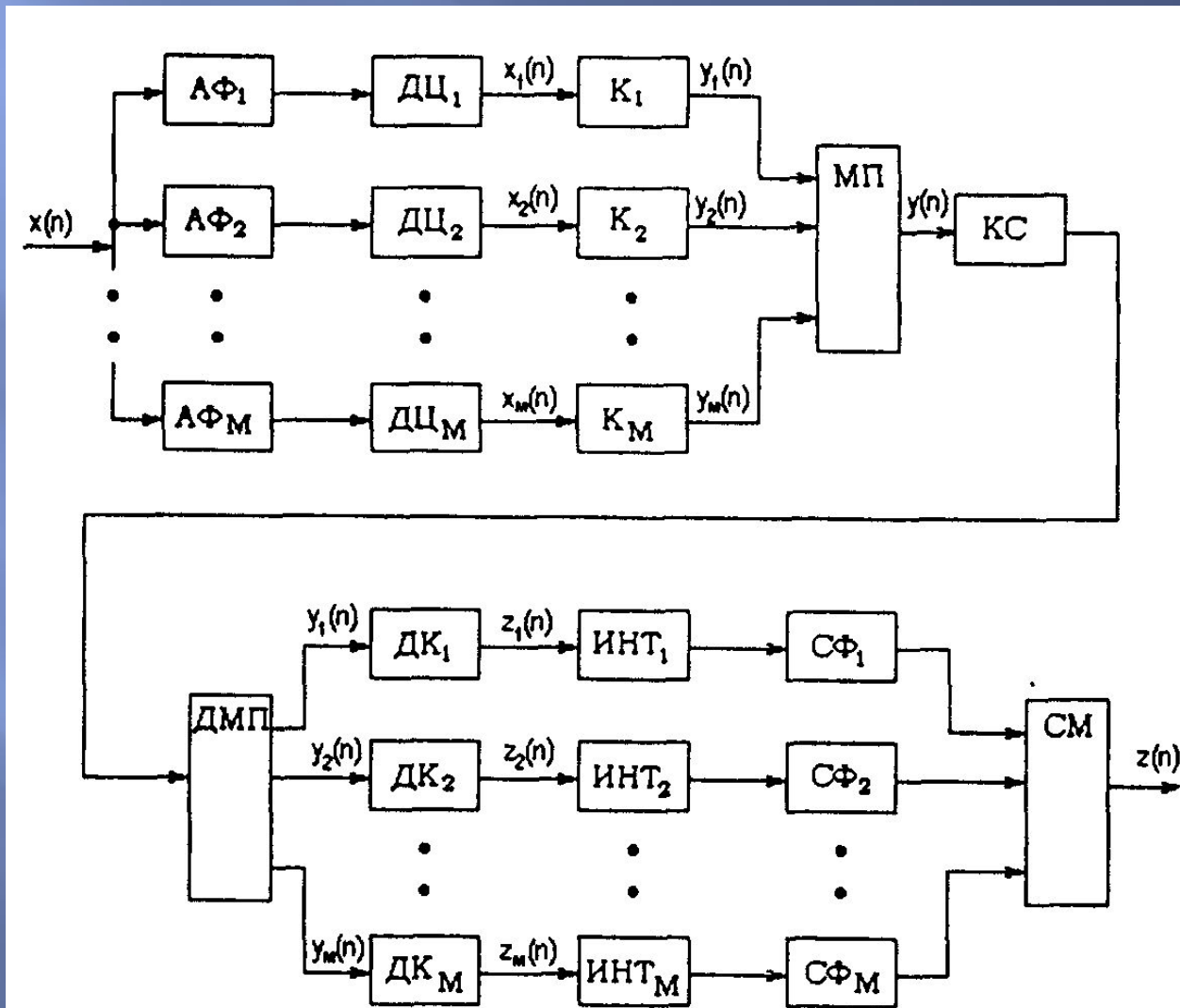
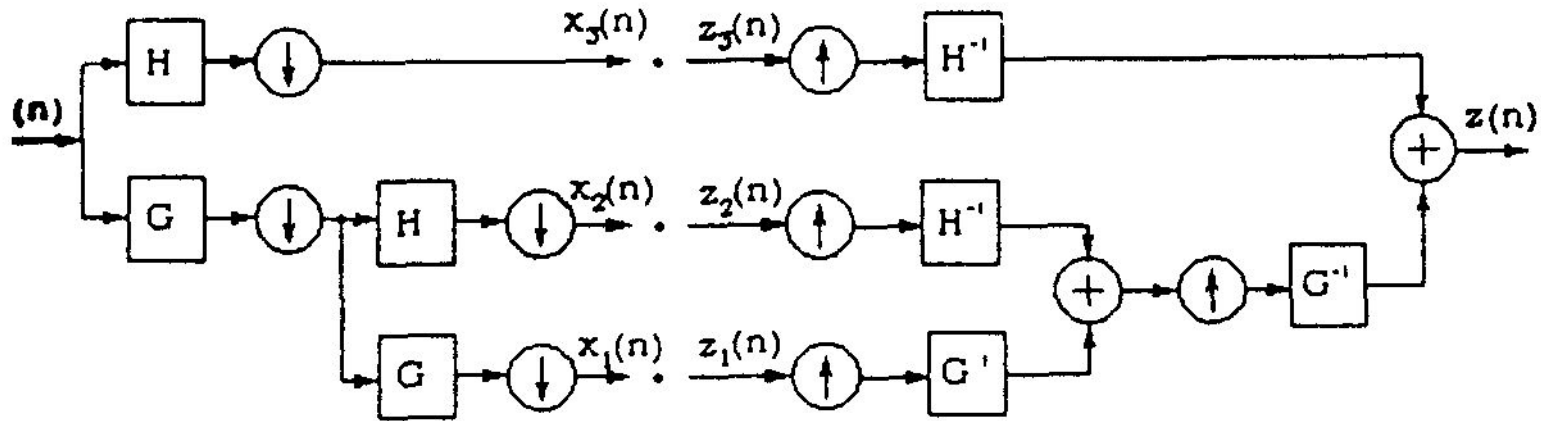
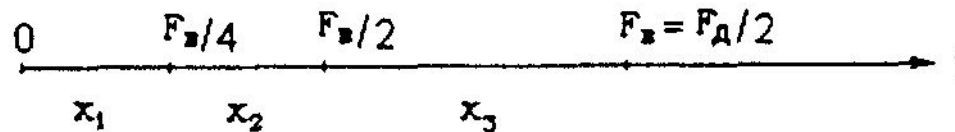


Рис. 3.2 Структурная схема системы передачи сигнала с разложением на частотные поддиапазоны

# Цифровая фильтрация в цифровом телевидении. Пример двумерных линейных фильтров



а)



б)

Рис. 3.3. Структурная схема системы передачи с использованием квадратурных зеркальных фильтров (а) и положения получающихся частотных поддиапазонов (б)



Передача сигналов с разложением на поддиапазоны по разрешающей способности. Вейвлет - преобразование

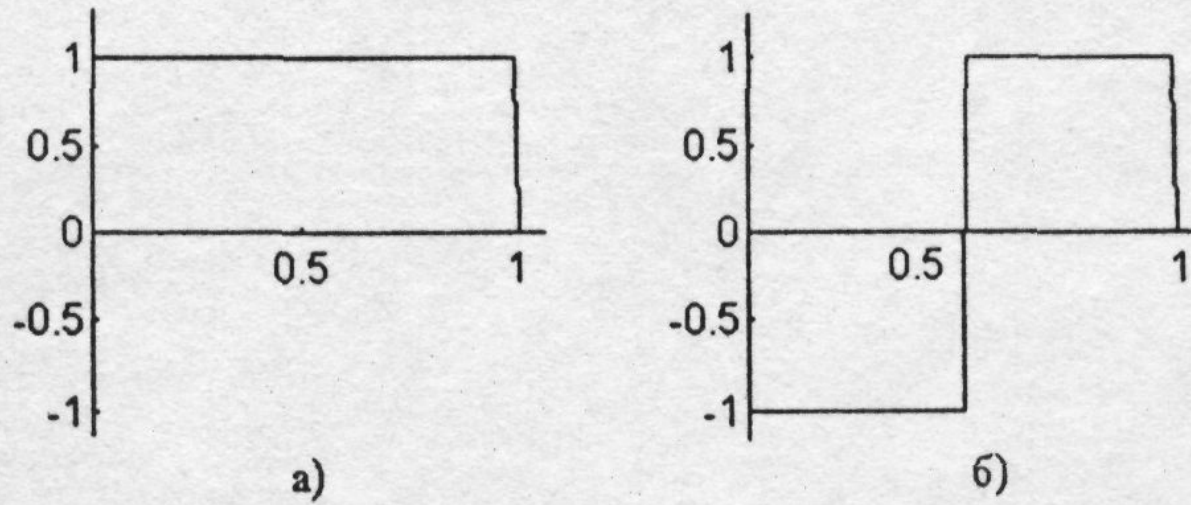


Рис. 3.40. Базисная функция преобразования Хаара (а) и вэйвлет Хаара (б)

Передача сигналов с разложением на поддиапазоны по разрешающей способности. Вейвлет - преобразование

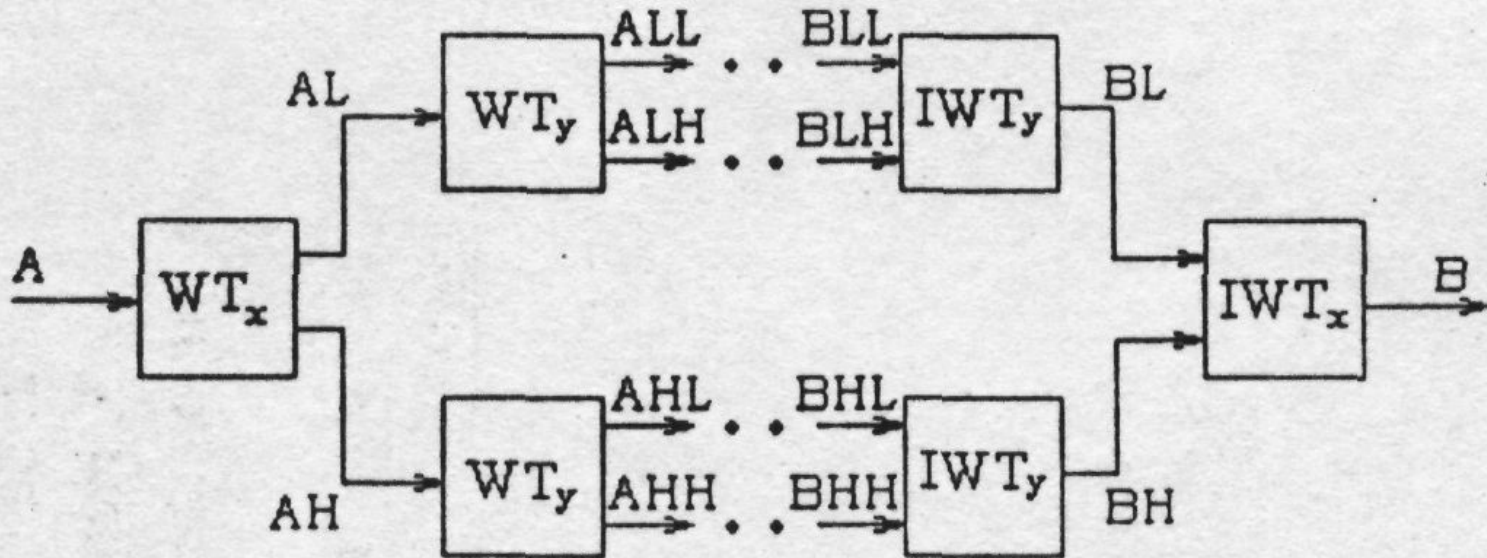
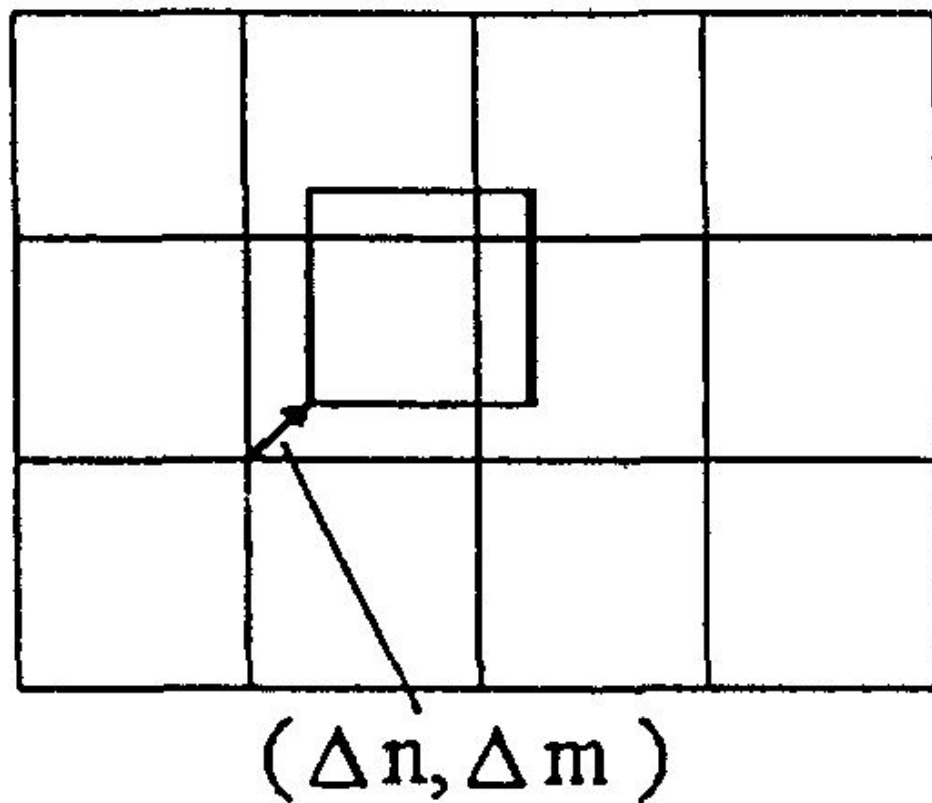


Рис. 3.5. Структурная схема выполнения прямого и обратного вэйвлет-преобразований изображения

Передача сигналов с разложением на поддиапазоны по разрешающей способности. Вейвлет - преобразование



Рис. 3.16. Результат преобразования Хаара тестового изображения



**Рис. 3.7 .** Смещение блока на вектор движения

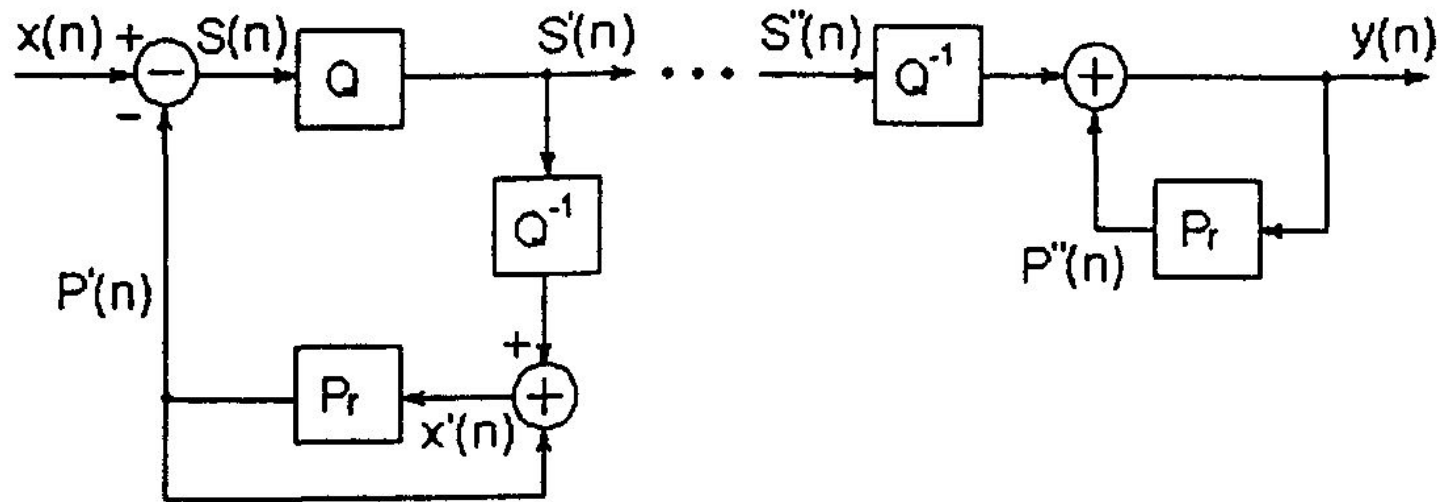


Рис. 3.8 . Структурная схема системы передачи информации с ДИКМ

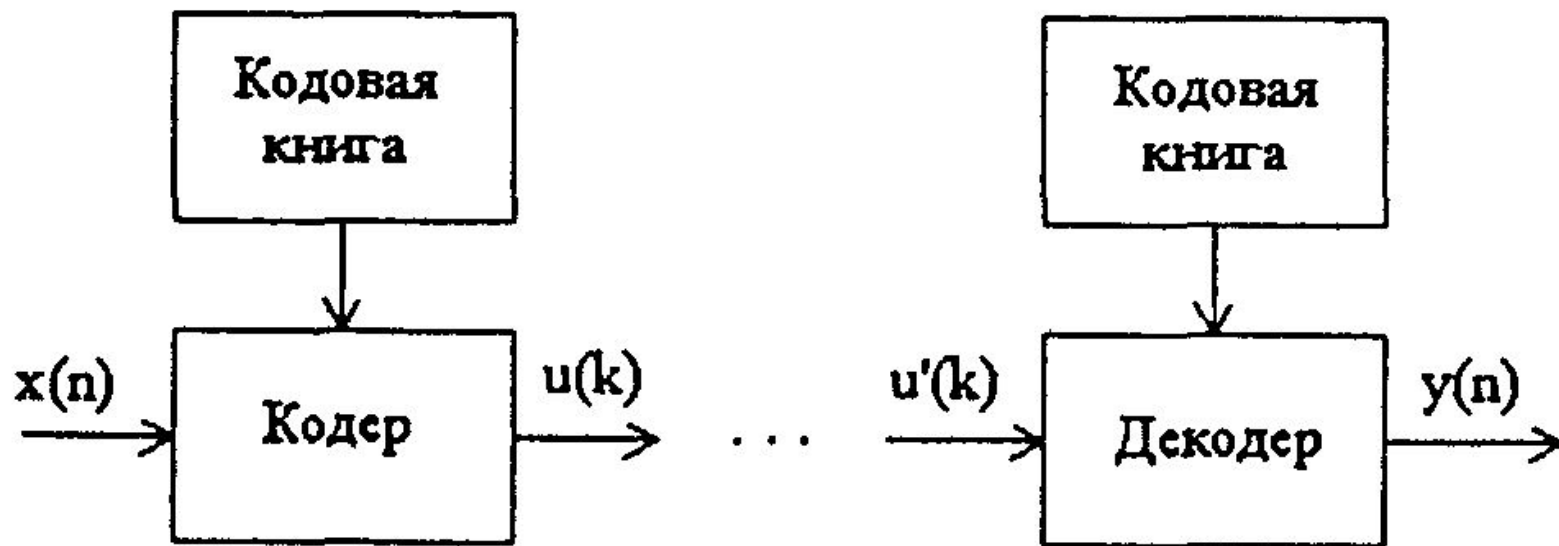


Рис. 3.9 . Структурная схема системы передачи информации с использованием векторного квантования

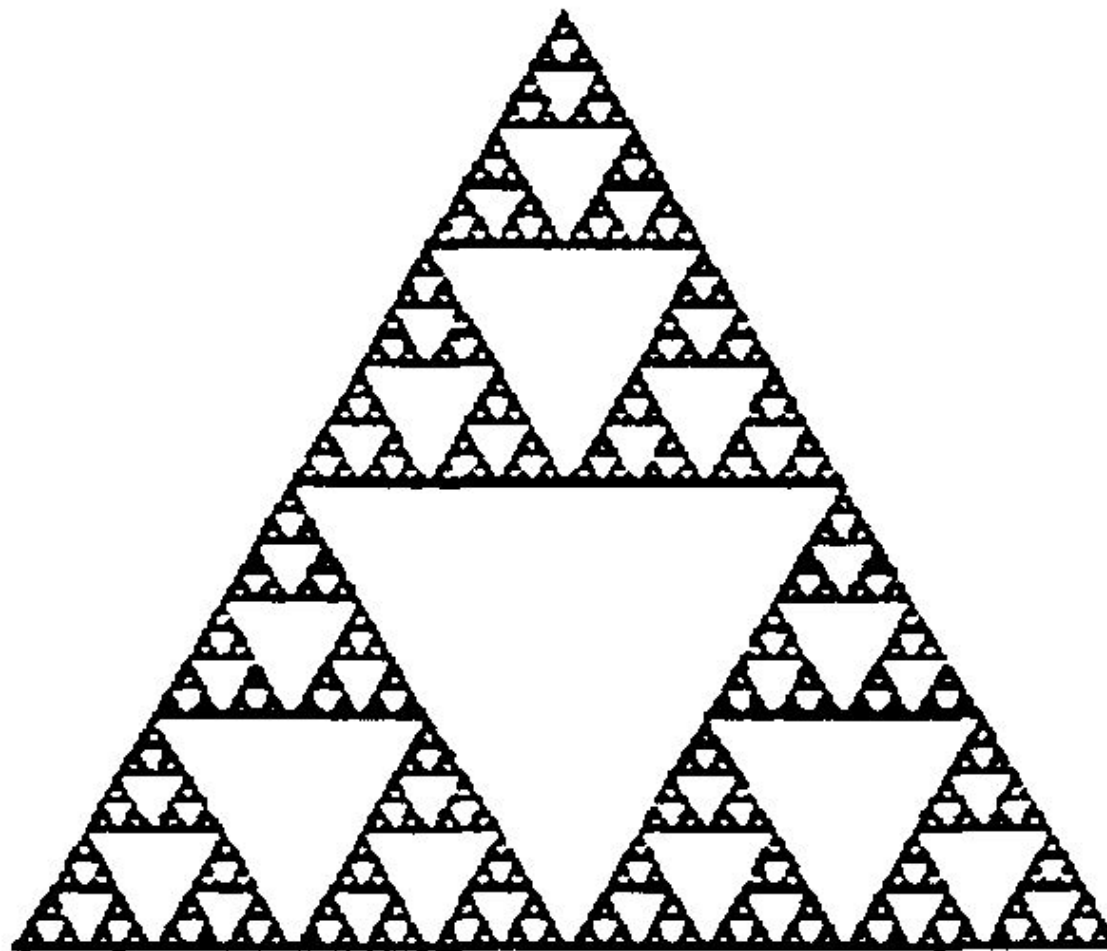


Рис. 3.10 Фрактал

Таблица 3.1

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x(n)$	0	5	12	27	24	54	61	53	74	80
$S'(n)$	-	5	7	15	-3	15	15	-1	15	12
$y(n)$	0	5	12	27	24	39	54	53	68	80



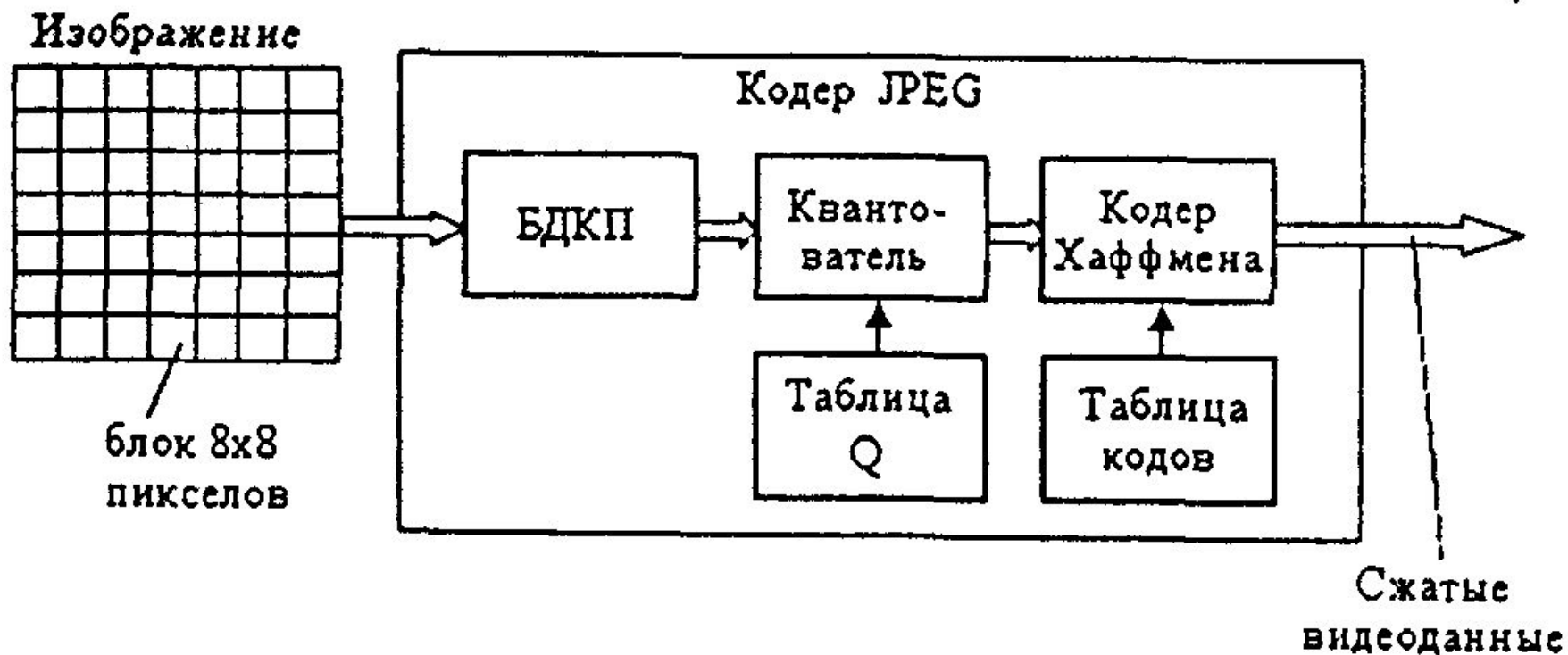


Рис. 4.1. Структурная схема кодирования по стандарту JPEG

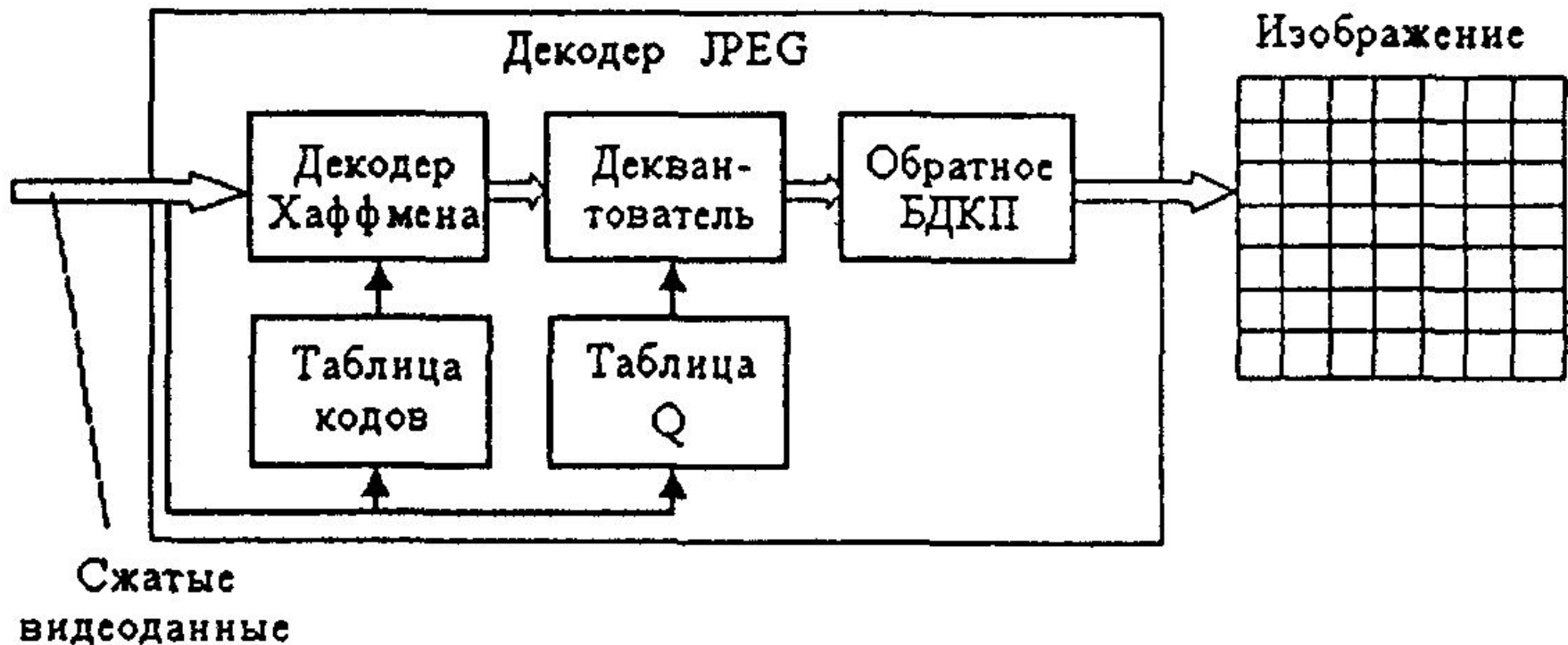


Рис. 4.2. Структурная схема декодирования по стандарту JPEG

Таблица 4.4

Уровень	Профиль				
	Простой (Simple)	Основной (Main)	Масштаб. по С/Ш (SNR Scal-able)	Простран- ственный (Spatially Scalable)	Высокий (High)
High 1920×1152	–	80 Мбит/с	–	–	100Мбит/с
High-1440 1440×1152	–	60 Мбит/с	–	60 Мбит/с	80 Мбит/с
Main 720×576	15 Мбит/с	15 Мбит/с	15 Мбит/с	–	20 Мбит/с
Low 352×280	–	4 Мбит/с	4 Мбит/с	–	–
Кодирова- ние компо- нентов	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0 или 4:2:2
В-кадры	Нет	Есть	Есть	Есть	?
Масштаби- руемость	Нет	Нет	по С/Ш	По простр. разреш и по С/Ш	По простр. разреш. и по С/Ш

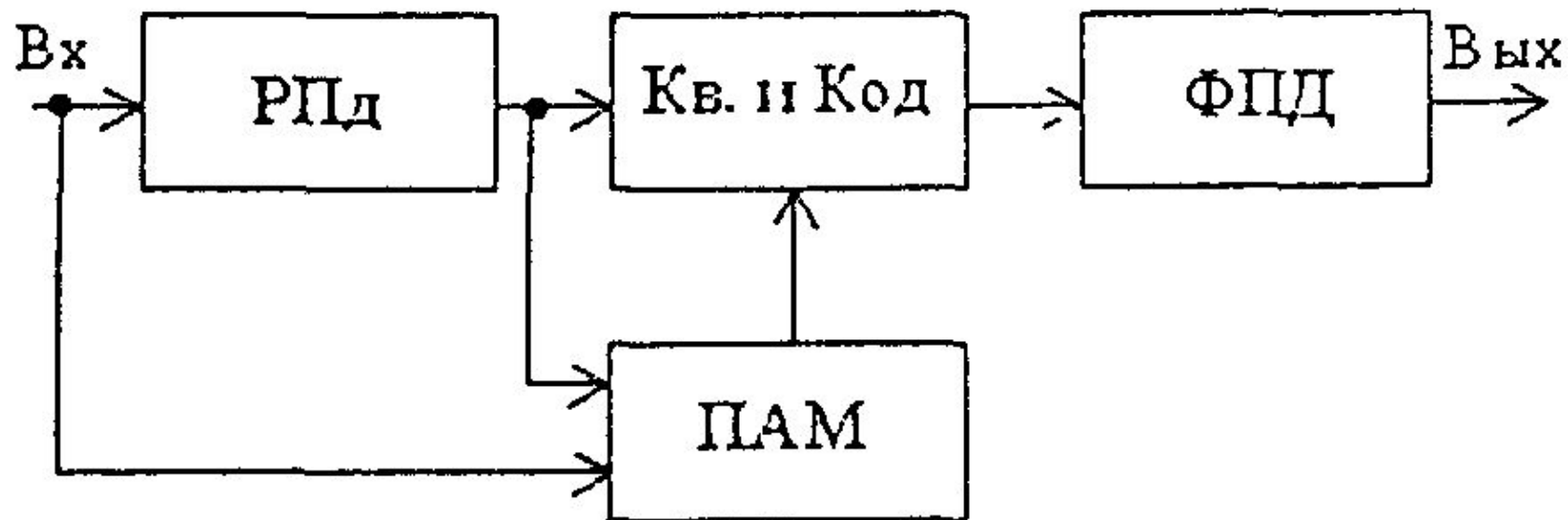


Рис. 4.8. Структурная схема кодера звука MPEG-2



Рис. 4.9. Структурная схема декодера звука MPEG-2

## Методы модуляции, применяемые при передаче цифрового телевидения по радиоканалу

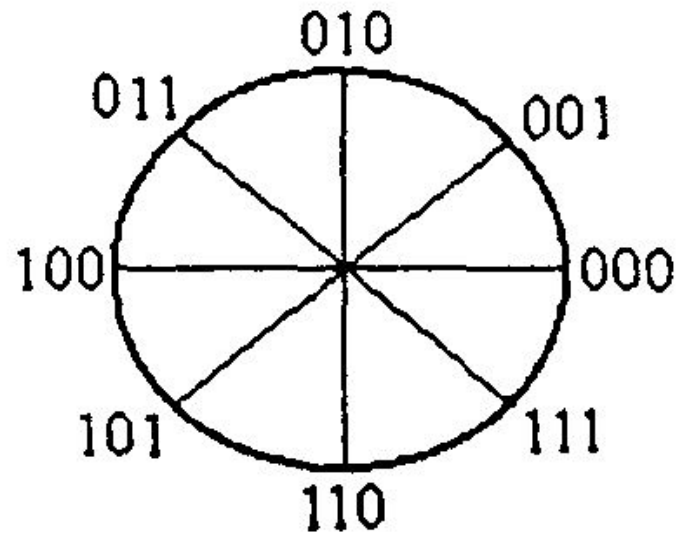


Рис. 5.4. Восьмипозиционная фазовая манипуляция

# Методы модуляции, применяемые при передаче цифрового телевидения по радиоканалу

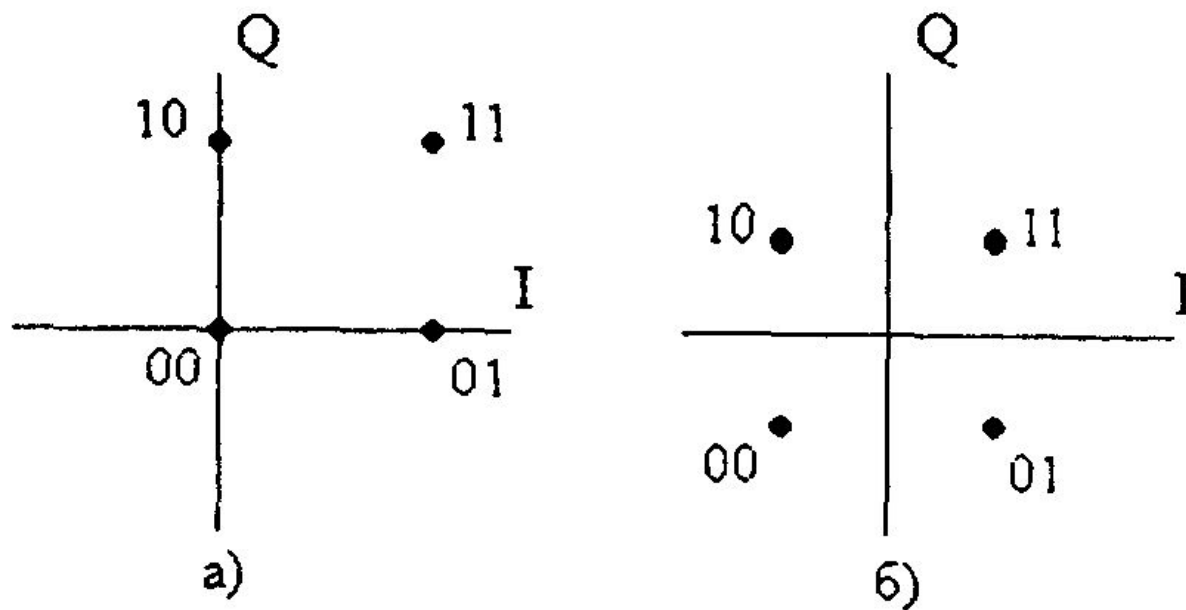


Рис. 5.5. 4-позиционная квадратурная амплитудная манипуляция

# Методы модуляции, применяемые при передаче цифрового телевидения по радиоканалу

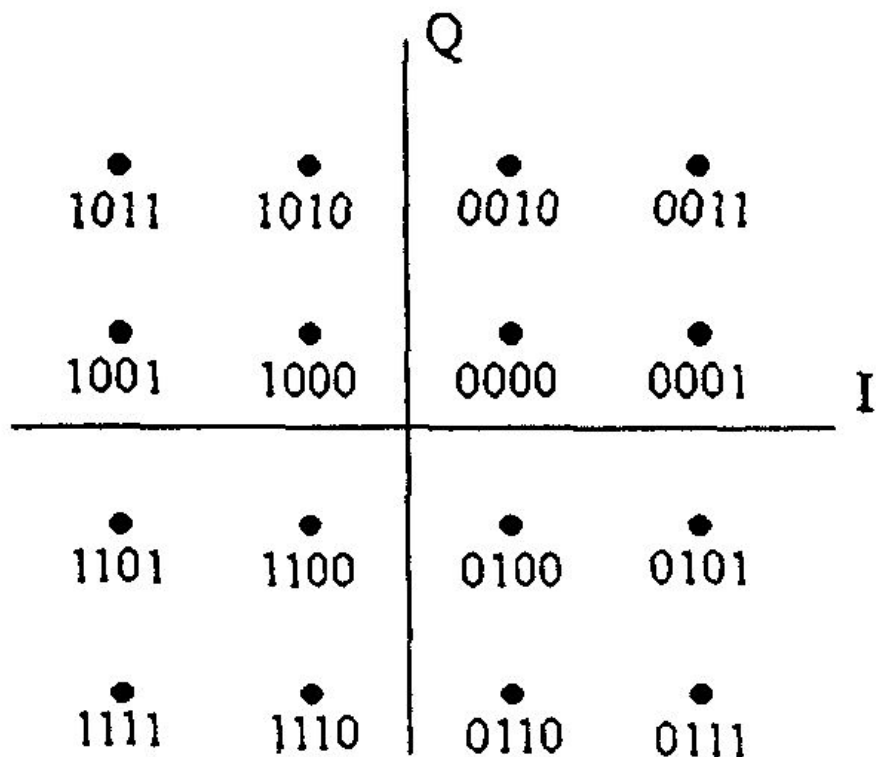


Рис. 5.6. 16-позиционная квадратурная амплитудная манипуляция



Методы модуляции, применяемые при передаче  
цифрового телевидения по радиоканалу

Таблица 5.1

$d_1$	1	1	-1	-1
$d_2$	1	-1	1	-1
$\theta_0$	$\pi/2$	0	$\pi$	$-\pi/2$

# Передача цифрового телевизионного сигнала по каналам связи

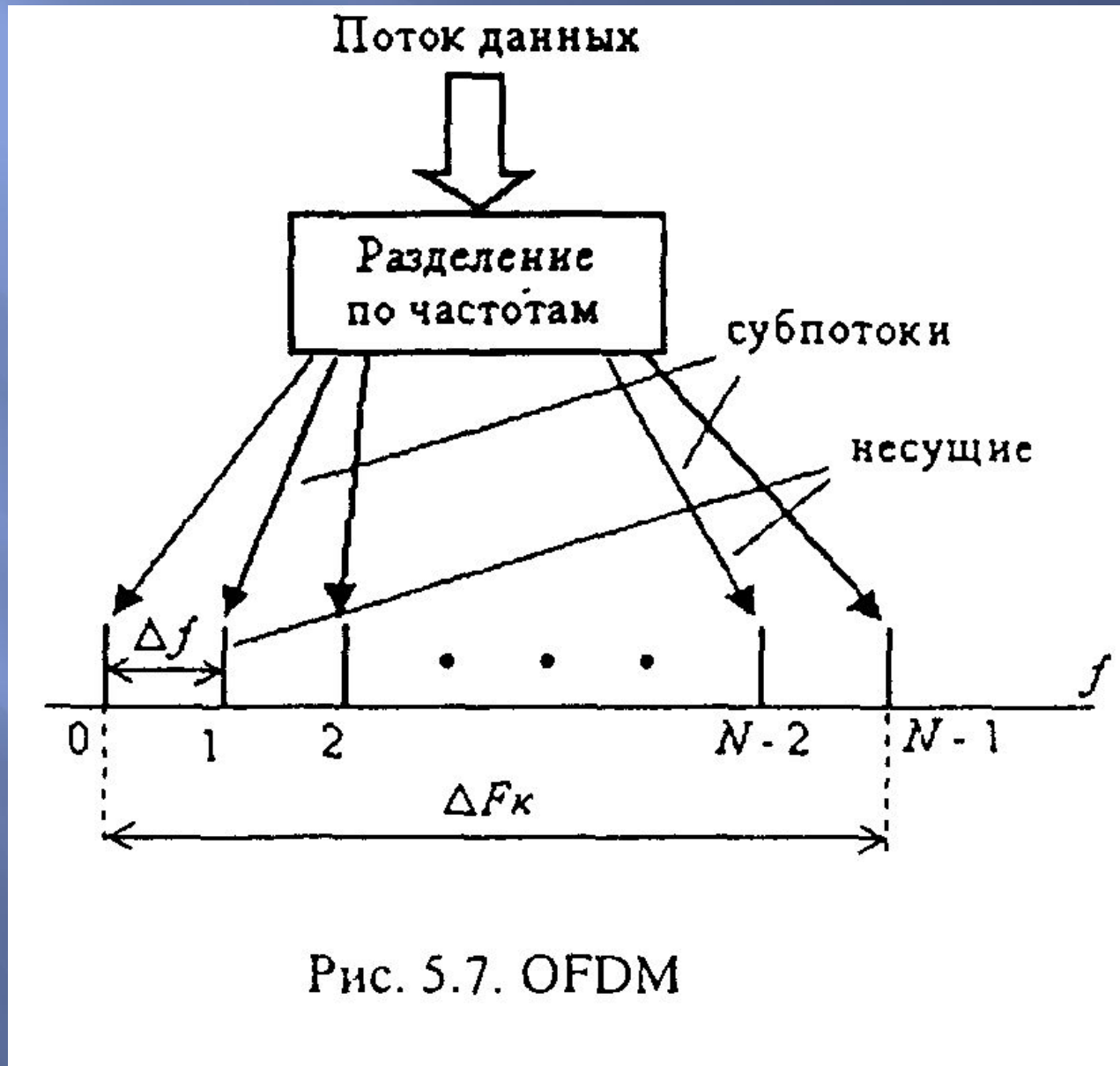


Рис. 5.7. OFDM

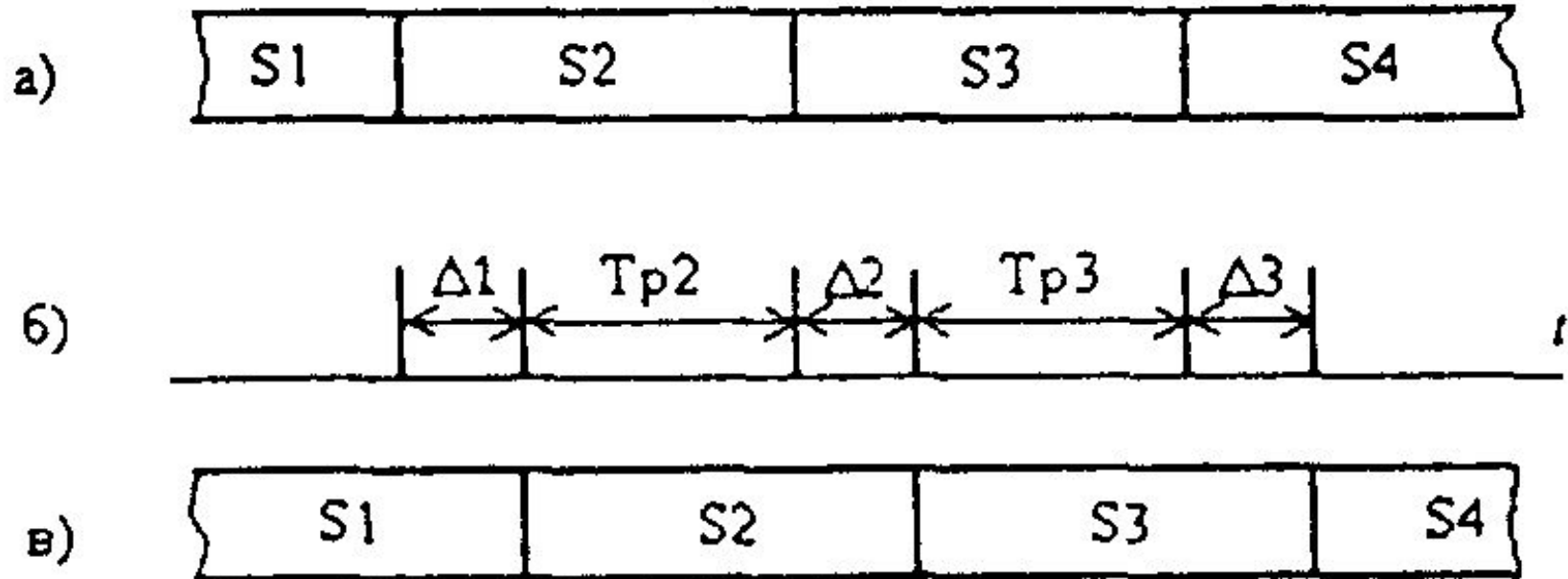


Рис.5.8. Формирование защитных интервалов

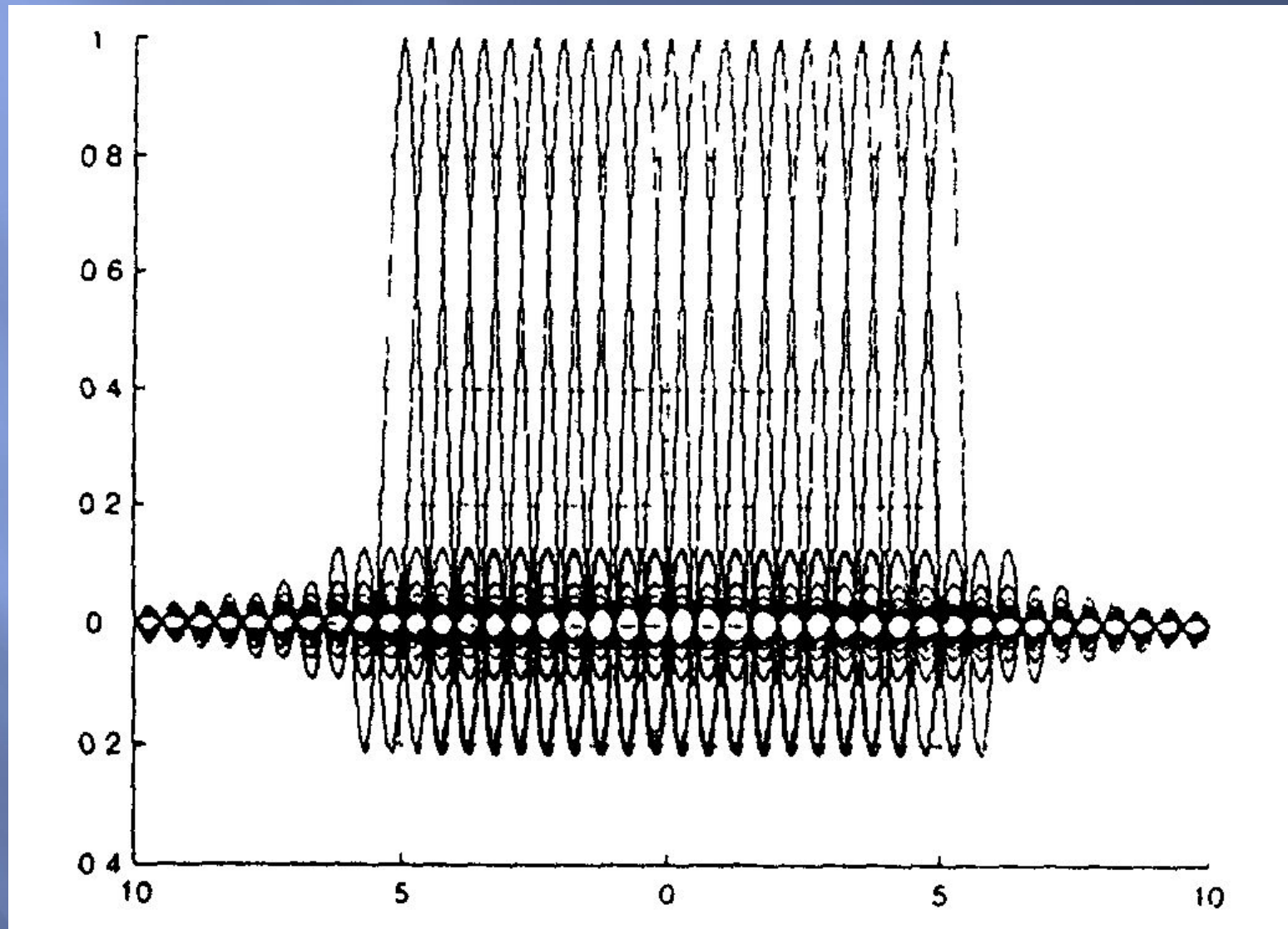


Рисунок 5.9 – Групповой спектр несущих частот OFDM

# Передача цифрового телевизионного сигнала по каналам связи

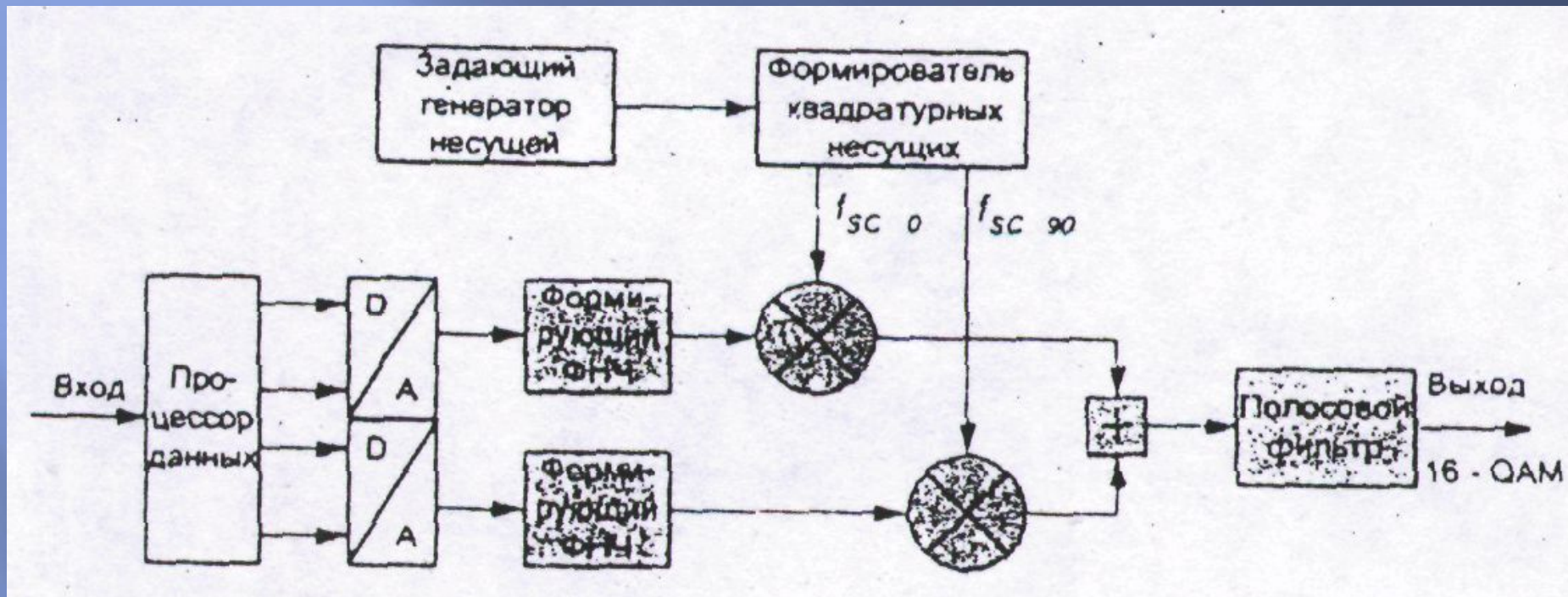


Рисунок 5.10 – Структурная схема модулятора 16 QAM

Таблица 3.1 – Основные параметры *COFDM* модуляции в стандарте *DVB-T*

Параметр	Значение параметра							
	8к				2к			
Число несущих в спектра, N	6817				1705			
Длительность активной части символа T, мкс	896				224			
Частотный разнос несущих $\Delta$ , Гц	1116				4464			
Ширина спектра группового сигнала, МГц	7,61				7,61			
Относительная длительность защитного интервала, $\Delta/T$	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Длительность защитного интервала, мкс	224	112	56	28	56	28	14	7
Максимальный разнос между передатчиками в одночастотной сети, км	67,2	33,6	16,8	8,4	16,8	8,4	4,2	2,1

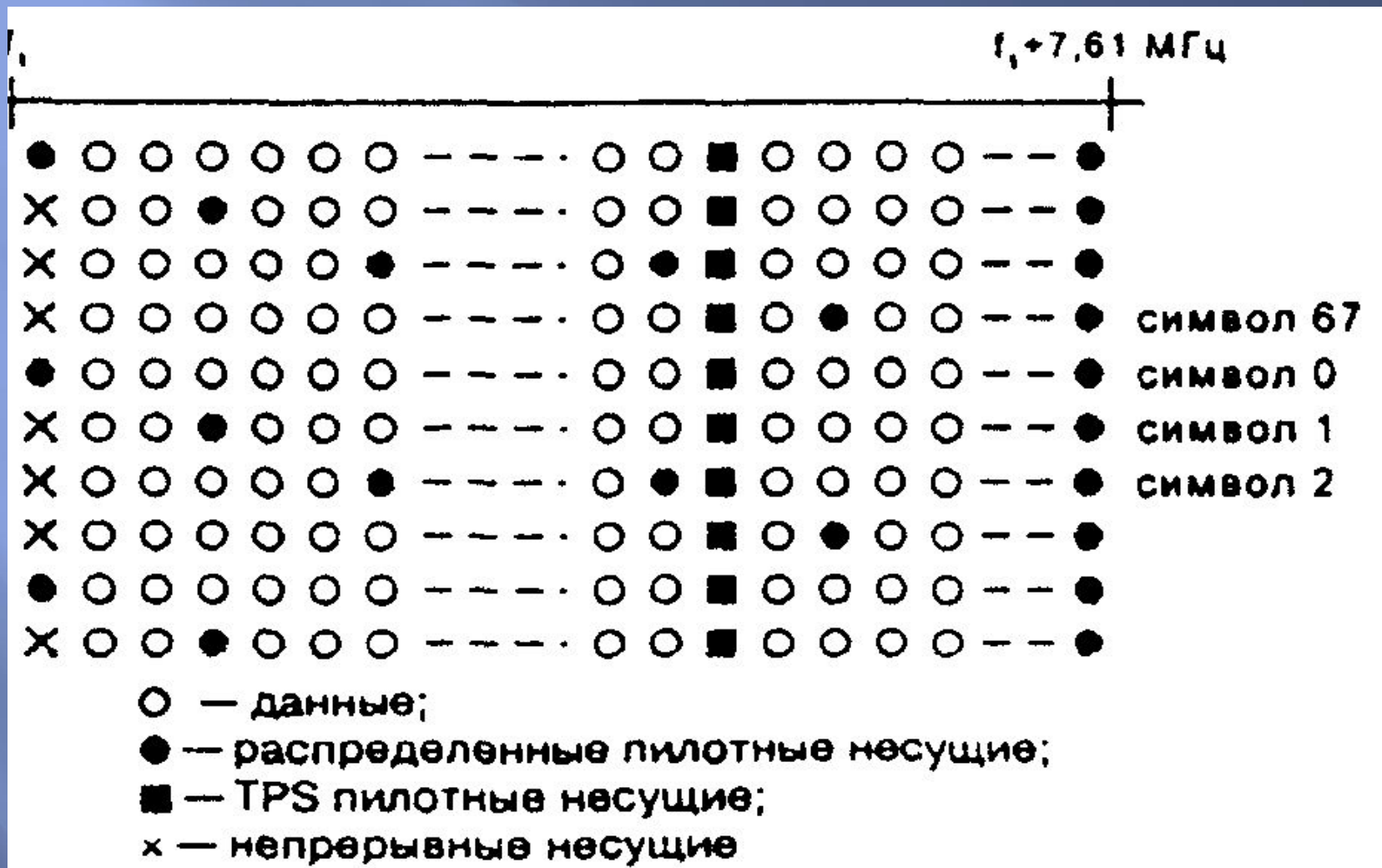


Рисунок 3.5 – Структура кадра *COFDM*

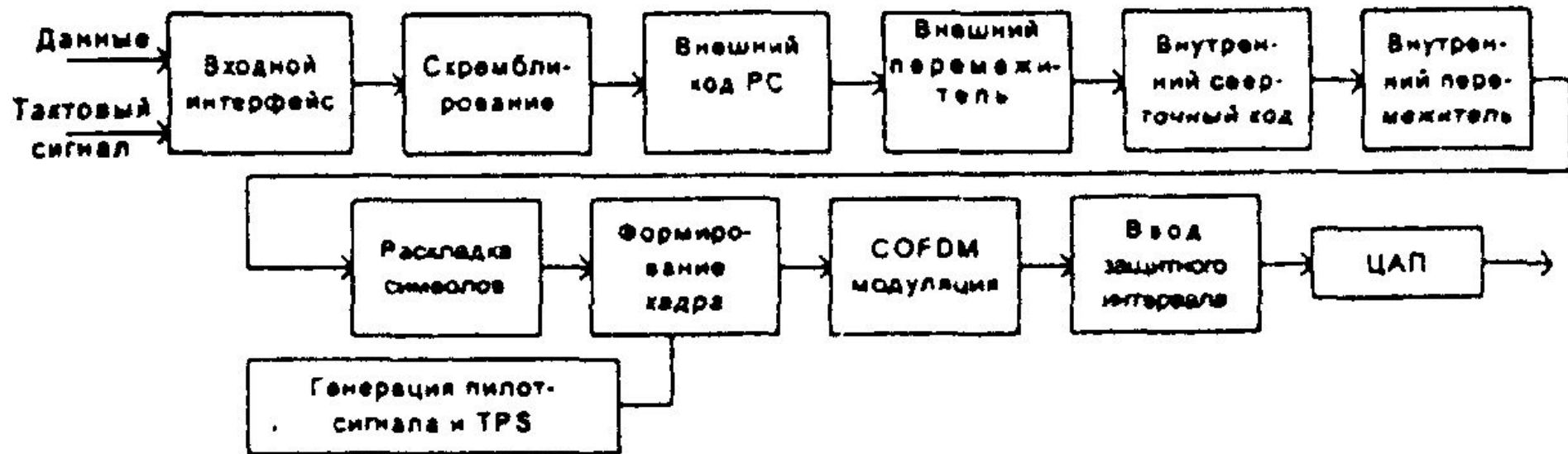


Рисунок 3.6 – Структурная схема кодера *DVB-T*



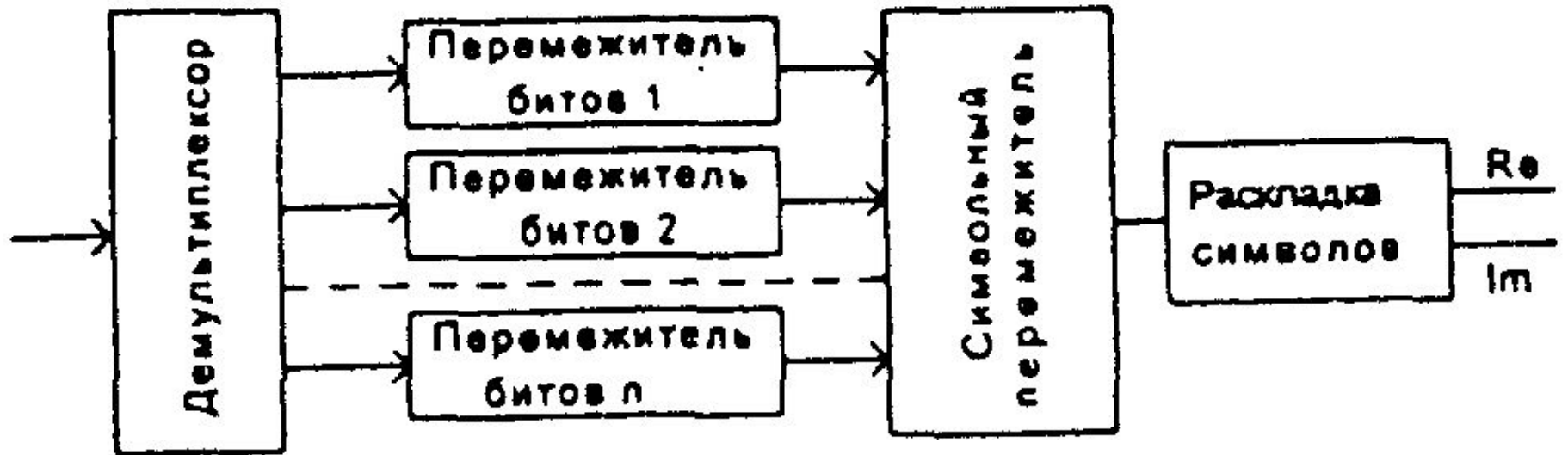


Рисунок 3.7 – Внутренний перемежитель *DVB-T* кодера

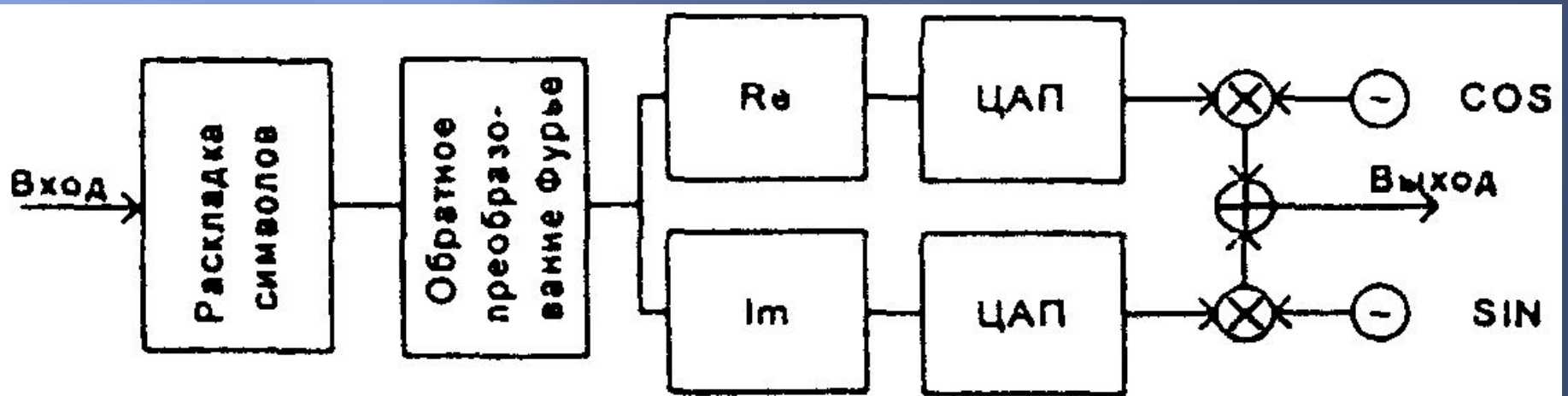


Рисунок 3.8 – Структурная схема *COFDM* модулятора

Таблица 6.1 – Параметры системы передачи данных *DVB-T*

Режим	8k	2k
Число несущих	6 817	1 705
Частотный разнос несущих, Гц	1 116	4 464
Модуляция несущих	QPSK, 16-QAM, 64-QAM	QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Ширина спектра группового сигнала, МГц	7,61	7,61
Длительность рабочего интервала, мкс	896	224
Длительность защитного интервала, мкс	224, 112, 56, 28	56, 28, 14, 7
Относительная длительность защитного интервала	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Максимальный разнос между передатчиками в одночастотной сети, км	67,2, 33,6, 16,8, 8,4	16,8, 8,4, 4,2, 2,

# Особенности работы COFDM-передатчиков в одночастотной сети



Рисунок 6.1 – Структурная схема модулятора *DVB-T*

# Особенности работы COFDM-передатчиков в одночастотной сети

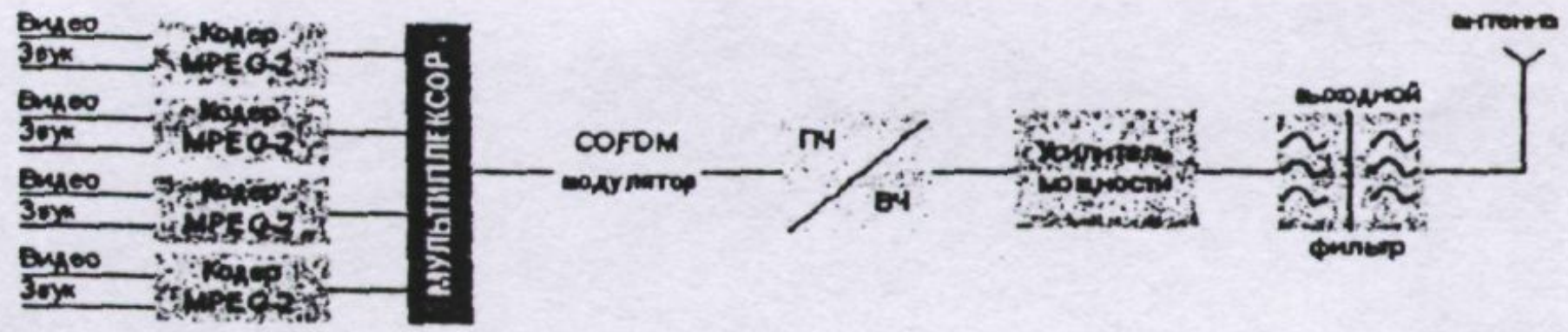


Рисунок 6.2 – Структурная схема передающей системы цифрового телевидения