

# Что такое DVB

---



# Что такое DVB

## План презентации

- Введение 3
- Историческая справка 6
- Принципы кодирования видеоизображения 8
  - дискретизация по времени 9
  - квантование по уровню 15
  - кодирование 18
- Методы сжатия изображений и звуковых сигналов
  - сжатие неподвижных изображений по стандарту JPEG
  - стандарты сжатия движущихся изображений и звукового сопровождения MPEG-1 и MPEG-2
  - стандарты сжатия движущихся изображений и звукового сопровождения MPEG-4
  - другие стандарты кодирования видео и звуковой информации
- Передача сигналов цифрового телевидения по каналам связи.
  - основные положения
  - помехоустойчивое кодирование
  - методы модуляции
- Реализация цифровых телевизионных систем
  - европейский стандарт цифрового телевидения DVB
  - американская система цифрового телевидения ATSC

# Что такое DVB

---

- В мае 1993г. Четыре группы компаний и исследовательских организаций, представлявших близкие по существу проекты, объединились в «Grand Alliance» и в дальнейшем представляли слитный проект, который и стал основой стандарта полностью цифровой телевизионной системы в США.
- В числе создателей новой системы Массачусетский Технологический Институт, корпорации Zenith/ AT&T/ General Instruments/ американские отделения Philips и Thomson и др.



# Что такое DVB

---

- Результаты работ «Grand Alliance» нашли отражение в нескольких стандартах:
  - **JPEG** (Joint Pictures Expert Group) – сжатие неподвижных объектов
  - **MPEG 1** (Motion Picture Expert Group) – стандарт в основном ориентированный на запись кинофильмов и видеопрограмм на компьютерные лазерные диски с возможностью воспроизведения изображения и звука с обычного персонального компьютера. Утвержден к декабрю 1993г.



# Что такое DVB

---

- **MPEG-2** (Motion Picture Expert Group) – стандарт предназначен для систем телевизионного вещания как с обычным стандартом разложения, так и с увеличенным числом строк –ТВЧ (Телевидение Высокой Четкости).
- В настоящее время системы цифрового телевидения основаны на сжатии телевизионных сигналов по стандарту **MPEG-2.**



# Что такое DVB

---

- В 1993 году в Европе, как только стало ясно, что за цифровыми телевизионными системами будущее, был принят проект

**DVB (Digital Video Broadcasting – Цифровое видео Вещание).**

В работе по этому проекту приняло более 200 фирм и научно-исследовательских организаций разных стран.

# Что такое DVB

---

## Главные особенности цифрового телевидения:

- Существенное **увеличение количества каналов** на одной несущей частоте – 4 и более каналов обычной четкости или 1-2 программы ТВЧ
- **Единый подход к кодированию** и передаче телевизионных сигналов с различной четкостью картинки
- **Интеграция с другими видами информации** при передаче по цифровым сетям связи
- **Обеспечение защиты** передаваемых телевизионных программ и другой информации от несанкционированного доступа, что дает возможность создавать системы платного ТВ-вещания



## **Основные этапы преобразования аналогового сигнала в цифровой поток.**

1. Аналого Цифровое Преобразование (АЦП).
2. Цифровое сжатие сигнала.
3. Создание транспортного потока - TS.



# Что такое DVB

# АЦП

## Оцифровка изображения - АЦП.

- Основные параметры аналого-цифрового преобразования
  - *дискретизация по времени*
  - *квантование по уровню*
  - *кодирование*



# Что такое DVB

# АЦП

## Дискретизация по времени

По теореме Котельникова частота дискретизации  
 **$f_d > 2f_v$**

Где  $f_v$  – верхняя граничная частота спектра сигнала преобразуемого в цифровую форму

При передаче изображения в цифровой телевизионной системе осуществляется двумерная дискретизация

- **по вертикальной координате** – выполняется **уже** в оптико-электронном преобразователе путем разложения передаваемого кадра **на строки** (имеется в обычном аналоговом телевидении)
- **по горизонтальной координате** – выполняется путем **дискретизации видеосигнала по времени**



# Что такое DVB

## АЦП

### Отсчеты

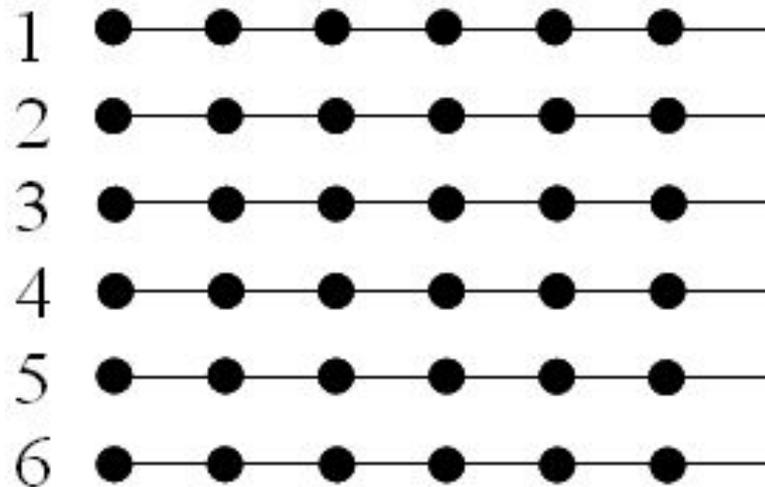
Отсчеты – это точки счета сигналов яркостного и цветоразностного сигналов для дискретно разбитых участков изображения каждого кадра. При дискретизации изображения отсчеты образуют определенную структуру в его плоскости.

По расположению отсчетов наиболее широко применяемые:

- ортогональная
- шахматная

## Отсчеты

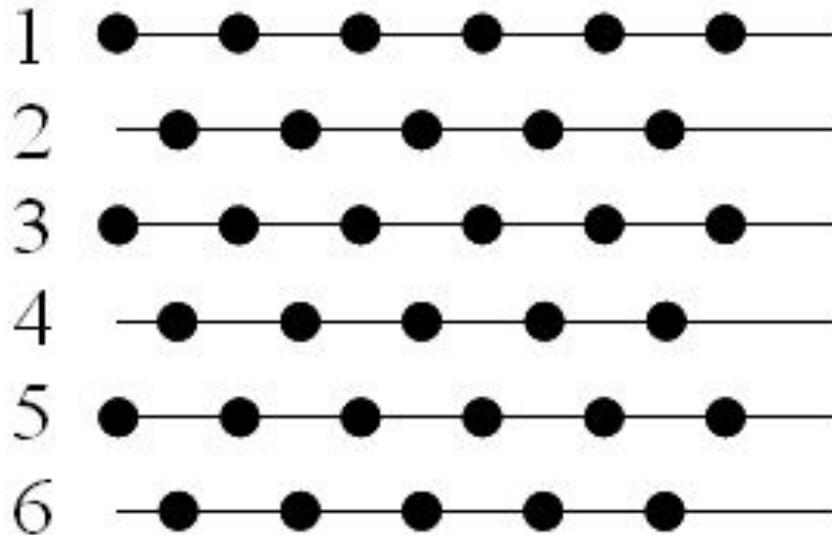
- Ортогональная (прямоугольная) структура



- - отсчеты сигнала яркости

## Отсчеты

- Шахматная структура



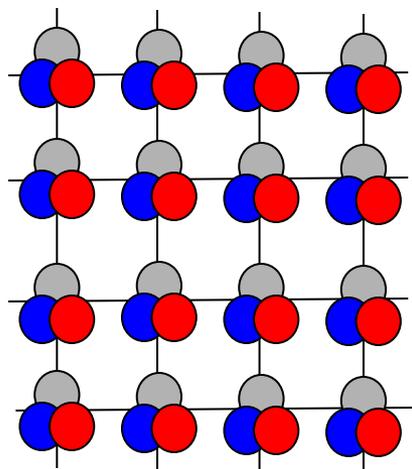
- - отсчеты сигнала яркости

# Что такое DVБ

# АЦП



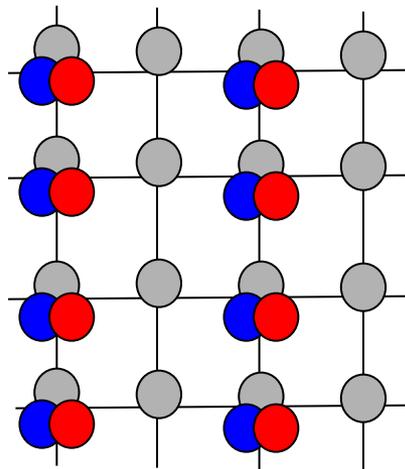
## Цифровые видео форматы



4 : 4 : 4

Каждый отсчет (пиксель) описывается - Y,Cr и Cb

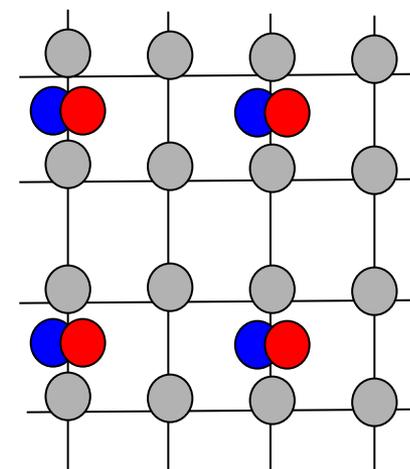
Применяется в студийной работе



4 : 2 : 2

Каждый отсчет описывается Y. И каждый второй отсчет в строке описывается Cr и Cb

Применяется в студийной работе



4 : 2 : 0

Каждый отсчет описывается Y. И только каждый второй отсчет и на 2 строки описывается Cr и Cb.

Применяется в широковещательной трансляция



● Сигнал яркости Y

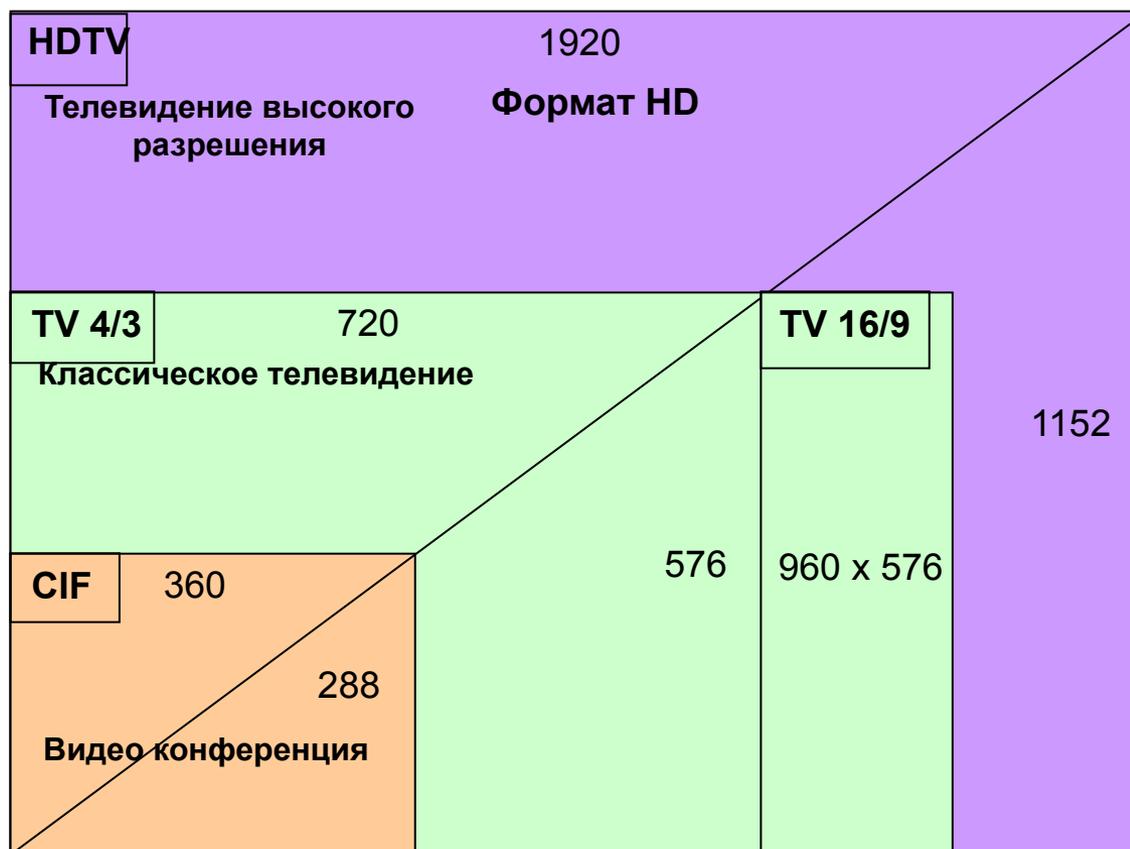
● Цветоразностные сигналы - Cb, Cr



# Что такое DVB

# АЦП

## Форматы телевизионных экранов по рекомендации (ITU-R 601 Rec)



## Квантование

### Квантование:

1. Преобразование непрерывного или дискретного сигнала путем округления каждого его значения до ближайшего уровня квантования
2. При квантовании сигнала, уже представленного в цифровой форме, может уменьшаться количество битов на каждый отсчет сигнала

## Квантование

Число уровней квантования  **$N_{\text{кв}}$**  определяется числом двоичных разрядов  **$n$**  в соответствии с соотношением

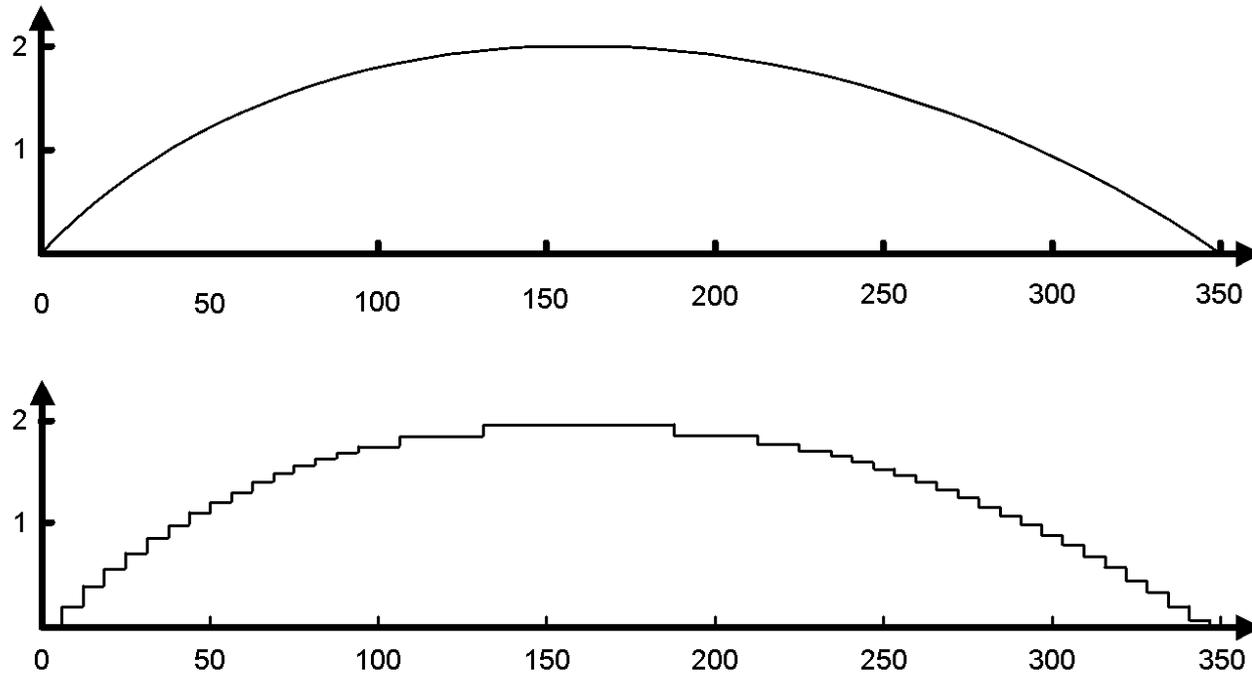
$$\underline{N_{\text{кв}} = 2^n}$$

В системе цифрового телевидения, как правило, применяется равномерное квантование прошедших гамма-коррекцию сигналов с числом двоичных разрядов  **$n=8$** , что дает число уровней квантования  **$N_{\text{кв}}=256$**

# Что такое DVB

АЦП

## Квантование



Сигнал до и после квантования.

## Кодирование

При оцифровке значение отсчета представляется в виде числа, соответствующего номеру полученного уровня квантования.

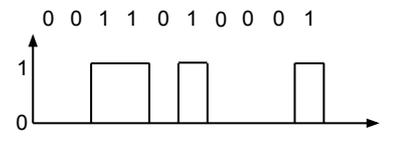
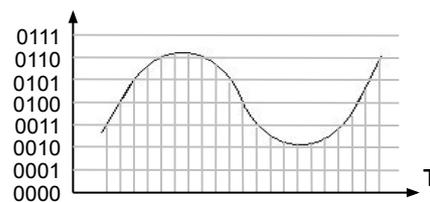
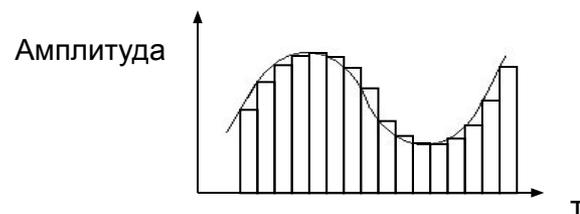
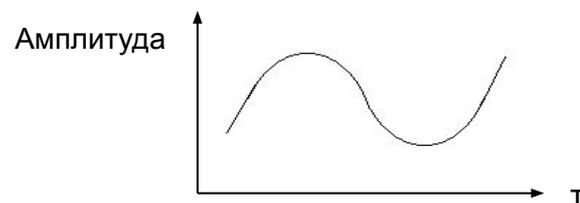
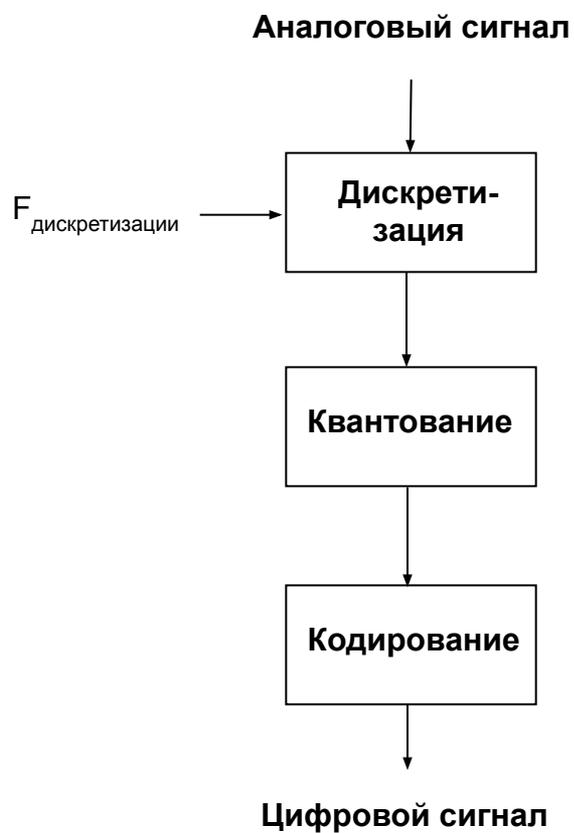
Это и есть **кодирование при цифровой обработке.**

# Что такое DVB

# АЦП



## Шаги оцифровки



# Что такое DVB

АЦП

## Рекомендации ITU-R BT 601

### Дискретизация

- Сигнал яркости – 13,5 МГц
- Цветоразностный сигнал – 6,75МГц

Для формата 4:2:2

- Число отсчетов яркости в строке – 864
- Число отсчетов цветоразностных сигналов в строке – 432

Активный участок строки

- число активных строк в кадре - 576
- Число отсчетов яркости в строке – 720
- Число отсчетов цветоразностных сигналов в строке – 360

- Полное число передаваемых в кадре элементов (пикселей) - 414720



## Рекомендации ITU-R BT 601

### Дискретизация

- Формат дискретизации обозначает:
  - 4:4:4 – оба цветоразностных сигналов передаются в каждой строке и дискретизируются с той же частотой, что и яркостной сигнал
  - 4:2:2 – Частота дискретизации цветоразностных сигналов в два раза меньше, чем частота яркостного сигнала.
  - 4:2:0 – каждый цветоразностный сигнал имеет частоту дискретизации в 2 раза ниже частоты дискретизации яркостного сигнала и передается в каждой 2 строке.
  - 4:1:1 – оба цветоразностных сигнала передаются в каждой строке, с частотой дискретизации в 4 раза меньше частоты дискретизации сигнала яркости.

## Рекомендации ITU-R BT 601

### Квантование

- Число разрядов квантования –  $n = 8$
- Число уровней квантования –  $N_{кв.} = 256$ 
  - Уровень черного – 16 уровень квантования
  - Уровень белого – 235 уровень квантования
  - Резервные зоны – 16 уровней снизу и 20 уровней сверху
  - Сигналы синхронизации на – 0 и 255 уровни квантования

# Что такое DVB

АЦП

## **Передача цифрового телевизионного сигнала. Рекомендации ITU-R BT 656**

Передача цифрового телевизионного сигнала на большие расстояния осуществляется в последовательной форме с помощью последовательного цифрового интерфейса - Serial Digital Interface (SDI). В этом случае двоичные разряды или биты каждого элемента изображения передаются один за другим по одной линии, в качестве которой можно использовать коаксиальный или волоконно-оптический кабель.



# Что такое DVB

АЦП

**Передача цифрового телевизионного сигнала.**

## **Рекомендации ITU-R BT 656**

Параллельный видеостык - Parallel Digital Interface (PDI) предусматривает передачу цифрового телевизионного сигнала в виде параллельной (одновременной) передачи на небольшие (до 50 метров) расстояния с помощью 8 (или 10) линий связи для параллельной передачи 8 (или 10) двоичных разрядов и еще одна линия для передачи тактовых импульсов.



# Что такое DVB

# АЦП

## Скорости передачи преобразованного в цифровую форму ПЦТС. Рекомендации ITU-R BT 656

**Параллельный видеостык (PDI): 216Мбит/с**

- Для яркостного сигнала –  $13.5 \cdot 8 = \underline{108\text{Мбит/с}}$
- Для цветоразностного сигнала –  $6,75 \cdot 8 = \underline{54\text{Мбит/с}}$

$$Q_s = Q_y + 2Q_c = 216\text{Мбит/с}$$

Где: 13,5МГц – частота дискретизации

8 – 8 линий связи

**Последовательный видеостык (SDI): 243Мбит/с**



## Методы сжатия изображений и звуковых сигналов.

- JPEG
- MPEG 1
- MPEG 2
- MPEG 3
- MPEG 4



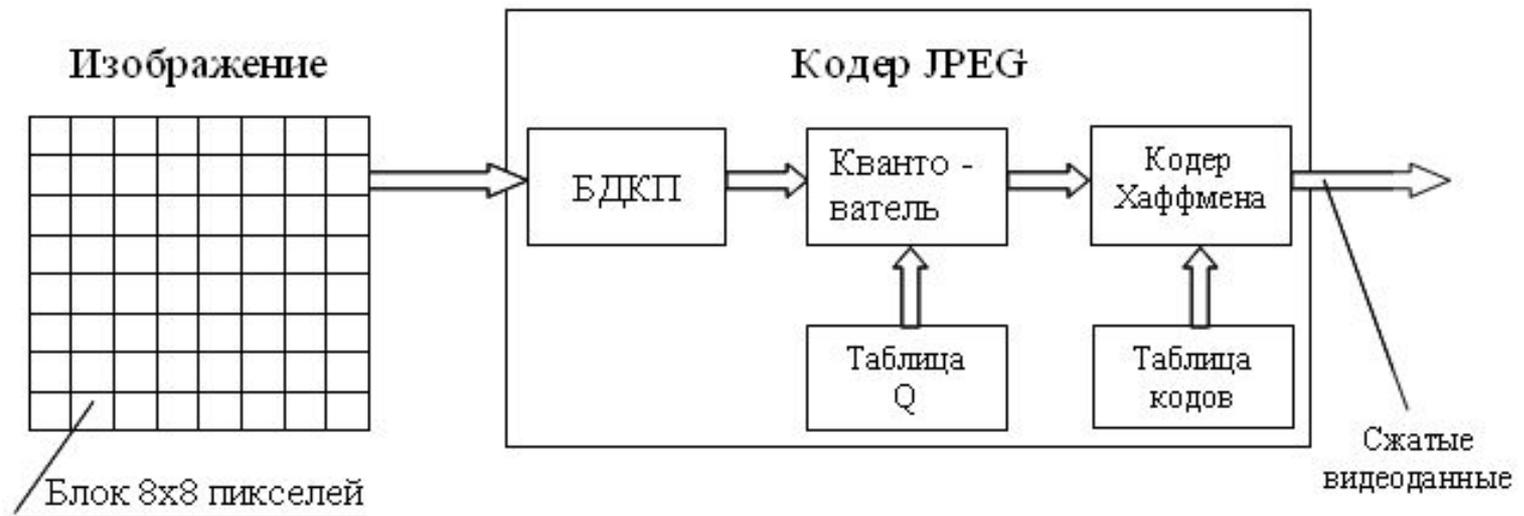
## Сжатие неподвижных объектов по стандарту JPEG.

**JPEG** - это метод сжатия изображений с потерей информации и используется в основном для записи неподвижных изображений с целью экономии объема на запоминающем устройстве.

# Что такое DVB

## Сжатие

### Структурная схема кодирования по стандарту JPEG



- **Последовательность операций при кодировании JPEG** (пояснения к схеме)
  - Разбиение изображения на блоки 8x8 пикселей
  - Выполнение быстрого дискретного косинусного преобразования (БДКП) в каждом блоке
  - Квантование полученных коэффициентов ДКП с использованием таблицы коэффициентов квантования (Таблица Q)
  - Энтропийное кодирование квантованных коэффициентов ДКП каждого блока изображение (кодер Хаффмена)

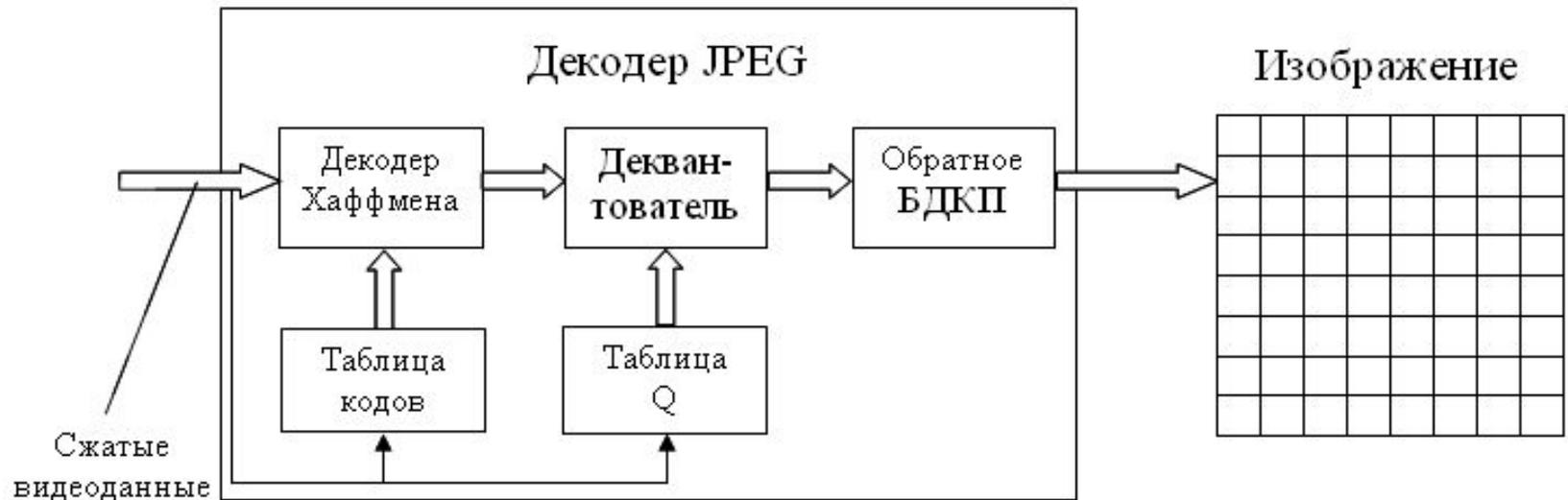
### ○ **Формат файла JPEG**

- ❖ Сжатые видеоданные записываются в файл определенной структуры с расширением **.jpg**.
- ❖ Файл состоит:
  - ❖ Заголовок
  - ❖ Данные о изображении
    1. Маркер SOI (Start of Image)
    2. Таблицы квантования
    3. Таблица кодов по Хаффмену
    4. Заголовок изображения со сведениями о изображении
    5. Сжатые видеоданные
  - ❖ Маркер EOI (End of Image)

# Что такое DVB

## Сжатие

### Структурная схема декодирования по стандарту JPEG



- **Последовательность операций при декодировании JPEG**  
(пояснения к схеме)
  - Декодирование энтропийного кода (кодер Хаффмена)
  - Деквантование коэффициентов ДКП для каждого блок 8x8 пикселей
  - Обратное БДКП для каждого блока
  - Объединение блоков в декодированное изображение

# Что такое DVB

# Сжатие

## MPEG стандарты.



Motion Picture Expert Group

### **MPEG-1:**

*ISO/IEC 11172* standard family

“Кодирование движущихся объектов звукового сопровождения для хранения медио информации в цифровом формате со скоростями до 1,5Mbit/s”.

### **MPEG-2:**

*ISO/IEC 13818* standard family

“Общее кодирование движущихся объектов с соответствующим звуковым сопровождением.”

### **MPEG-4:**

*ISO/IEC 14496* standard family

“Кодирование аудио визуальных объектов”



# Что такое DVB

## Сжатие



## Сжатие подвижных объектов по стандартам MPEG1, MPEG2.



**MPEG1, MPEG2** - это гибридный метод кодирования движущихся изображений, так как в нем сочетаются:

- внутрикадровое (*intraframe*) кодирование, направленное в основном на уменьшение психофизической избыточности в отдельных кадрах
- межкадровое (*interframe*) кодирование, с помощью которого уменьшается избыточность обусловленная межкадровой корреляцией.

## **Внутрикадровое кодирование**

**Внутрикадровое кодирование** содержит операции, аналогичные используемые в методе JPEG, т.е. поблочное дискретно косинусное преобразование, квантование и кодирование с переменной длиной кодовых слов.

## **Межкадровое кодирование**

**Межкадровое кодирование** позволяет получить существенно большую степень сжатия движущегося изображения, чем при отдельном сжатии отдельных кадров по методу JPEG.

Межкадровое кодирование содержит операции оценки и компенсации движения и кодирования с предсказанием.

Целые кадры и фрагменты кадров **могут кодироваться с применением совместного межкадрового и внутрикадрового кодирования** (для краткости этот случай обычно называется просто межкадровым кодированием) или только с применением внутрикадрового кодирования.



## Группы изображений

**Изображением** (picture) в стандартах MPEG-1, MPEG-2 **может быть как целый кадр, так и одно из полей кадра.**

**Последовательность кадров** делится на группы, называемые **GOP** (group of picture). В группе есть **кадры трех типов:**

- **I-кадры** (Intraframe – внутрикадровые)
- **P-кадры** (Predictive – предсказанные)
- **B-кадры** (Bidirectional) – двунаправленные

Число кадров в группе может быть различным, но она всегда **начинается с I-кадра.**

### **I-кадры**

**I-кадры** - (Intraframe – внутрикадровые), которые передаются только с внутрикадровым кодированием и являются опорными для кодирования остальных кадров группы, обеспечивая возможность начала декодирования и воспроизведения принятого ТВ-сигнала практически в любой момент времени

### **Р-кадры**

**Р-кадры** - (Predictive – предсказанные), при передаче которых используется межкадровое кодирование путем предсказания с компенсацией движения по ближайшему предшествующему I-кадру или Р-кадру (некоторые фрагменты Р-кадра могут кодироваться без предсказания с помощью внутрикадрового кодирования)

### **В-кадры**

**В-кадры** - (Bidirectional двунаправленные), которые передаются с межкадровым кодированием путем предсказания с компенсацией движения по ближайшим к ним как спереди, так и сзади I-кадрам и P-кадрам, а сами не могут использоваться для предсказания других кадров (некоторые фрагменты В-кадра могут кодироваться внутрикадровым кодированием).

### Макроблоки

**Макроблоком** называется квадратный **фрагмент изображения** размером **16x16** элементов (пикселов).

Макроблок содержит информацию как о яркости (Y), так и о цветности ( $C_B, C_R$ ).

В случае использования различных форматов дискретизации каждый макроблок будет состоять:

- 4:2:0 - 4 блока 8x8 (Y) и по 1 блоку 8x8 ( $C_B, C_R$ )
- 4:2:2 - 4 блока 8x8 (Y) и по 2 блока 8x8 ( $C_B, C_R$ )
- 4:4:4 - 4 блока 8x8 (Y) и по 4 блока 8x8 ( $C_B, C_R$ )

### **Слайсы**

Слайсом называется группа следующих друг за другом макроблоков.

Число макроблоков в слайсе может быть произвольным. Слайсы в изображении не должны перекрываться, но их положение может изменяться от одного изображения к другому.

## Поток видеоданных MPEG-2

Самой крупной **структурной единицей потока** видеоданных является **видеопоследовательность** (video sequence).

Видеопоследовательность может содержать произвольное число групп изображений **(GOP)**, которые, в свою очередь состоят из кадров (при кадровом кодировании) или поле (при полевом кодировании) разных типов **(I,P,B)**.

Каждое изображение состоит из **слайсов**, каждый из которых содержит некоторое число **макроблоков**.



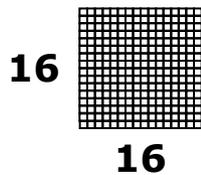
# Что такое DVB

# Сжатие

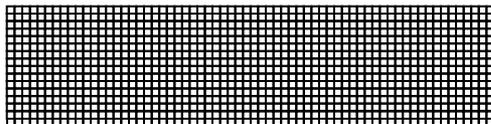
## Поток видеоданных MPEG-2

### Изображение

#### Макроблок



#### Слайс



# Что такое DVB

## Сжатие

### Поток видеоданных MPEG-2

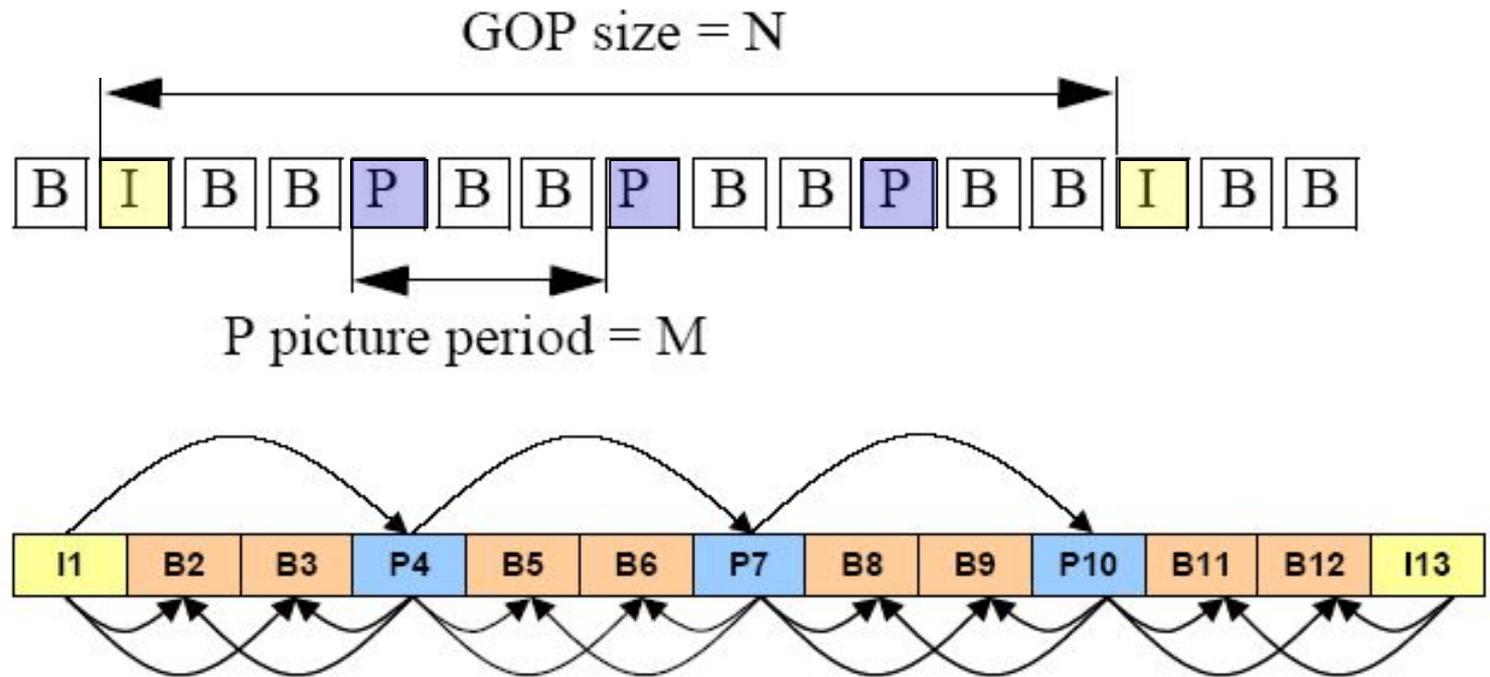


# Что такое DVB

# Сжатие

## Кадровая организация

### Размер GOP (N) и период P кадров (M)



### **Период P кадров (величина M)**

Этот параметр (лежит в пределах от 1 до 3 и всегда ниже, чем размер параметра GOP), устанавливает частоту повторения для двунаправленных кадров (P или I). Рекомендуемая величина - 3. Более низкая величина значительно уменьшит количество B кадров в GOP (они наиболее эффективны с точки зрения коэффициента сжатия), а более высокая величина создаст слишком большое пространство между P изображения, чтобы гарантировать эффективную компенсацию движения на видео последовательности быстрого движения

### Размер GOP (величина N)

- Этот параметр устанавливает частоту следования I кадров. Величина его лежит между M и 45. Так как I кадры требуют больше битов чем двунаправленные B кадры или предсказанные P кадры, то больший размер GOP предпочтительней при кодировании.
- Например, увеличение размера GOP от 12 до 24 уменьшает средний bitrate до 5%. Для получения максимального качества рекомендован максимальный размер GOP - 45 кадров.

# Что такое DVB

## Сжатие

**Пример установочных параметров по среднему битовому показателю для одной видео программы (625/50 Гц).**

VBR bit rate на программу	CBR bit rate на программу	Модули кодирования	Разрешение	GOP	ADV PROC модуль	Адаптивный фильтр (позиция курсора)	Преобразование шума (усиление)
R > 3.4 Mb/s	R > 4.4 Mb/s	SP-ENC	720x576	12x3	Опционально	Выключено	До 20
R > 2.8 Mb/s	R > 3.6 Mb/s	DP-ENC	720x576	12x3	Обязательно	Курсор до 2	До 40
R > 2.2 Mb/s	R > 3.0 Mb/s	DP-ENC	720x576	45x3	Обязательно	Курсор до 3	До 60
R > 2.6 Mb/s	R > 3.5 Mb/s	SP-ENC	544x576	12x3	Опционально	Выключено	До 40
R > 2.0 Mb/s	R > 3.0 Mb/s	DP-ENC	544x576	12x3	Обязательно	Курсор до 3	До 60
R > 1.5 Mb/s	R > 2.5 Mb/s	DP-ENC	544x576	45x3	Обязательно	Курсор до 4	До 100
R > 2.0 Mb/s	R > 2.6 Mb/s	SP-ENC	352x576	12x3	Опционально	Выключено	До 60
R > 1.6 Mb/s	R > 2.2 Mb/s	DP-ENC	352x576	12x3	Обязательно	Курсор до 4	До 80
R > 1.2 Mb/s	R > 1.6 Mb/s	DP-ENC	352x576	45x3	Обязательно	Курсор до 5	До 100

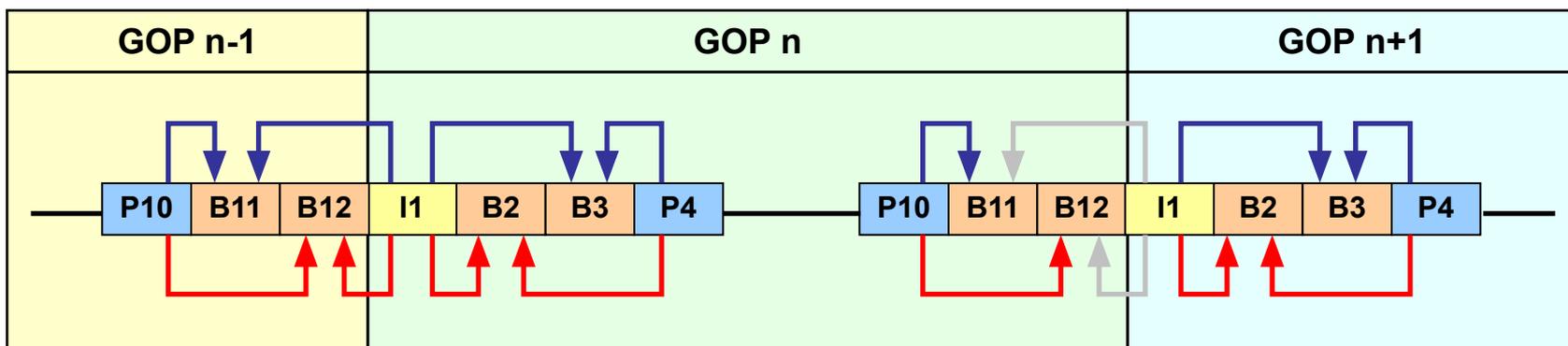
### Использование закрытия видео групп (GOP)

- Этот параметр используется для установки кодирования для GOP В кадров.
- Выбор между:
  - **Off:** GOP В кадров кодируются нормально.
  - **On:** Первые (только после I кадров) и последующие двойные В кадры кодируются с двунаправленным прогнозированием, а последние в GOP В кадры прогнозируются исключительно по предыдущим. Режим Closed GOP рекомендован только в случае дальнейшего редактирования.

## Использование закрытия видео групп (GOP)

Нормальный способ организации GOP

Закрытая видеопоследовательность GOP



2 последних В кадра предсказаны "только по предыдущим кадрам" для того, чтобы предоставить возможность дальнейшего редактирования потока.

## Масштабируемость MPEG-2

**Масштабируемость** (Scalability) **стандарта MPEG-2** является важнейшей особенностью стандарта.

Масштабируемость потока видеоданных определяет возможность получения изображения из части полного потока.

Стандартом MPEG-2 предусмотрены следующие виды масштабируемости:

- по пространственному разрешению (Spatial Scalable)
- по отношению сигнал/шум (SNR Scalable)
- по времени (Temporal Scalable)
- по разделению данных (Data Partitioning Scalable)

## Уровни и профили MPEG-2

### Четыре уровня пространственного разрешения:

1. **Low** (352x280) – уровень телевидения пониженной четкости, используемый в видеотелефоне и технике видеоконференций
2. **Main** (720x576) – уровень телевидения обычного разрешения
3. **High-1440** (1440x1152) – уровень телевидения высокого разрешения с форматом экрана 4:3
- High** (1920x11520) – уровень телевидения высокого разрешения с форматом экрана 16:9

# Что такое DVB

# Сжатие

## Уровни и профили MPEG-2

Уровень	Профиль				
	Простой (Simple)	Основной (Main)	Масшт. по С/Ш (SNR Scalable)	Пространственный (Spatially Scalable)	Высокий (High)
High (1920x11520)	-	80Мбит/с	-	-	100Мбит/с
High-1440 (1440x1152)	-	60Мбит/с	-	60Мбит/с	80Мбит/с
Main (720x576)	15Мбит/с	15Мбит/с	15Мбит/с	-	20Мбит/с
Low (352x280)	-	4Мбит/с	4Мбит/с	-	-
Кодирование компонентов	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	?
Масштабируемость	Нет	Нет	По С/Ш	По простр. разреш. И по С/Ш	По простр. разреш. И по С/Ш

## Отличия MPEG-1 и MPEG-2

**MPEG-2** является развитием и расширением стандарта **MPEG-1**.

**MPEG-1**, в частности, предназначен для сжатия движущихся изображений с прогрессивной разверткой, частотой кадров до 30Гц, числом строк до 576 и числом элементов в строке до 720 в поток данных со скоростью передачи двоичных символов до 1,856Мбит/с

На практике MPEG-1 обычно используется для сжатия движущихся изображений размером 360x240 пикселей с прогрессивной разверткой (формат SIF)



## Отличия MPEG-1 и MPEG-2

Наиболее важным отличием является наличие в MPEG-2 масштабируемости и всех связанных с ней особенностей.

Под масштабируемостью (Scalability) в MPEG-2 подразумевается возможность получения изображения из части полного потока видеоданных, состоящего из двух или более слоев.

- Базовый слой дает возможность получить изображение с некоторыми начальными параметрами качества.
- Дополнительные слои потока данных позволяют получить изображение улучшенного качества

# Что такое DVB

# Сжатие

## Кодирование и декодирование звукового сопровождения в стандартах MPEG-1 и MPEG-2



Диапазон частот воспринимаемых человеком звуков приблизительно от **20Гц до 20кГц**, поэтому **частота дискретизации** для обеспечения высококачественного звуковоспроизведения должна быть **не менее 40кГц.**

# Что такое DVB

## Сжатие

**Диапазон громкости** передаваемых звуков следует выбрать **не менее 90дБ.** Для передачи такого диапазона громкости число уровней квантования должно быть не менее  $32 \cdot 10^3$  для одной полярности сигнала - это 16 двоичных разрядов, что дает не менее **65536 уровней квантования.**

Таким образом, скорость передачи двоичных символов для звукового сигнала одного канала равна **0,7Мбит/с,** а для стереофонического звука – **1,4 Мбит/с.**

Эти числа показывают, что в системе цифрового телевидения звуковую информацию также **необходимо сжимать во много раз.**



### **Кодируемые звуковые сигналы.**

В соответствии со стандартами **MPEG-1** и **MPEG-2** **частота дискретизации входных звуковых сигналов** может принимать значения

- **48,0, 44,1 и 32,0кГц**

**В MPEG-2 дополнительно** предусмотрены значения

- **24,0, 22,05, и 16кГц**

**MPEG-1** позволяет кодировать **два звуковых сигнала**, что дает стереофонический сигнал

**MPEG-2** позволяет кодировать **пять звуковых сигналов** (левый, центральный, правый, левый тыловой и правый тыловой) с расширением возможностей для дополнительного канала низких частот (subwoofer) и многоязычного звукового сопровождения (до 7 каналов).

### Уровни кодирования звука (Layers).

**В MPEG-1 и MPEG-2** есть **3 уровня** кодирования звуковой информации (Layer I, Layer II, Layer III), которые имеют общую основу, но различаются между собой сложностью применяемых средств обработки и достигаемой степенью сжатия, причем оба эти показателя растут с ростом номера уровня. Декодер более высокого уровня может декодировать поток данных, созданный кодером более низкого уровня, но не наоборот.

### **Скорости передачи и достижимое сжатие звука.**

Для MPEG-1 и MPEG-2 в случае отсутствия расширений потоки сжатых звуковых данных имеют следующие диапазоны значений скорости передачи:

- Layer I – 32...448кбит/с (обычно 192кбит/с за канал)
- Layer II – 32...384кбит/с (обычно 128кбит/с за канал)
- Layer III – 32...320кбит/с (обычно 64кбит/с за канал)

**Уровень** кодирования **Layer III** **обеспечивает сжатие** до 64кбит/с на канал – примерно **в 11-12 раз**. Записанные файлы сжатые по этому уровню кодирования имеют расширение "mp3".

# Что такое DVB

# TS

## **Системный уровень MPEG-2.**

### Форматы мультиплексированных потоков

данных, объединяющих сжатые видеоданные и данные звукового сопровождения от одного или нескольких источников с внедрением других видов информации предусмотрены двух видов:

1. Транспортный поток (Transport Stream - TS)
2. Программный поток (Program Stream)



# Что такое DVB

# TS

## **Транспортный поток** (Transport Stream - TS)

Элементарными транспортными потоками данных (ES – Elementary Stream) называются потоки на выходах аудио и видео кодеров.

Пакетизированными элементарными потоками (PES) называются Блоки данных, сформированные в пакетизаторах и начинающиеся с заголовков определенной структуры.

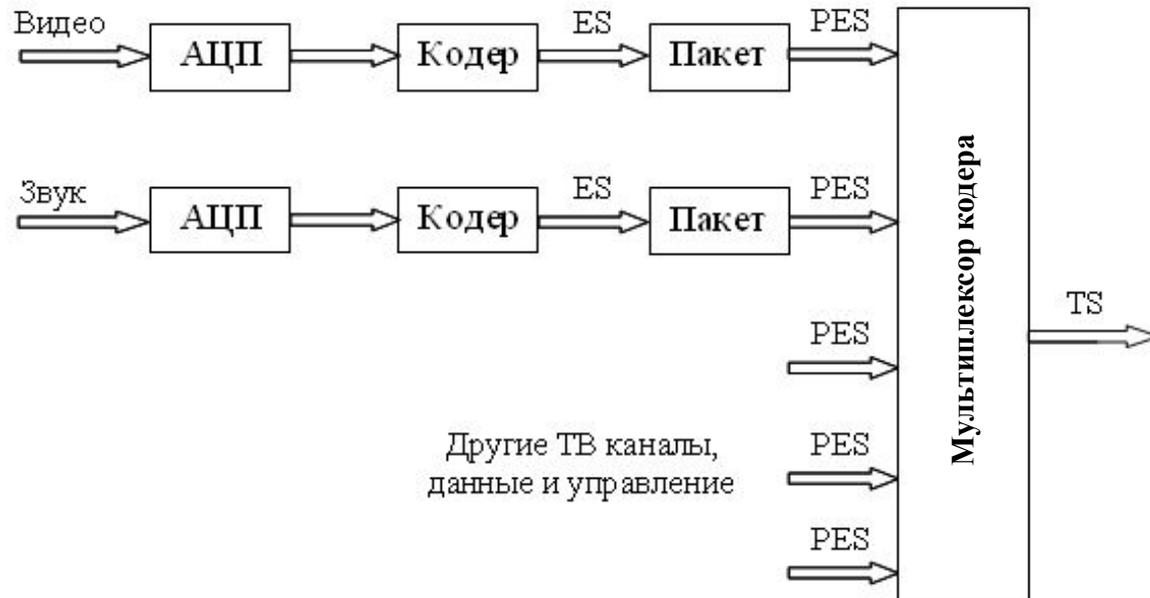
Транспортный поток (TS) - мультиплексированный (объединенный) поток данных MPEG-2, состоящий из транспортных пакетов (PES) и объединяющий данные нескольких телевизионных программ и служебную информацию.



# Что такое DVB

# TS

## Схема формирования транспортного потока.



**АЦП** = аналого-цифровой преобразователь

**Пакет** – пакетизатор

**ES** = элементарный поток

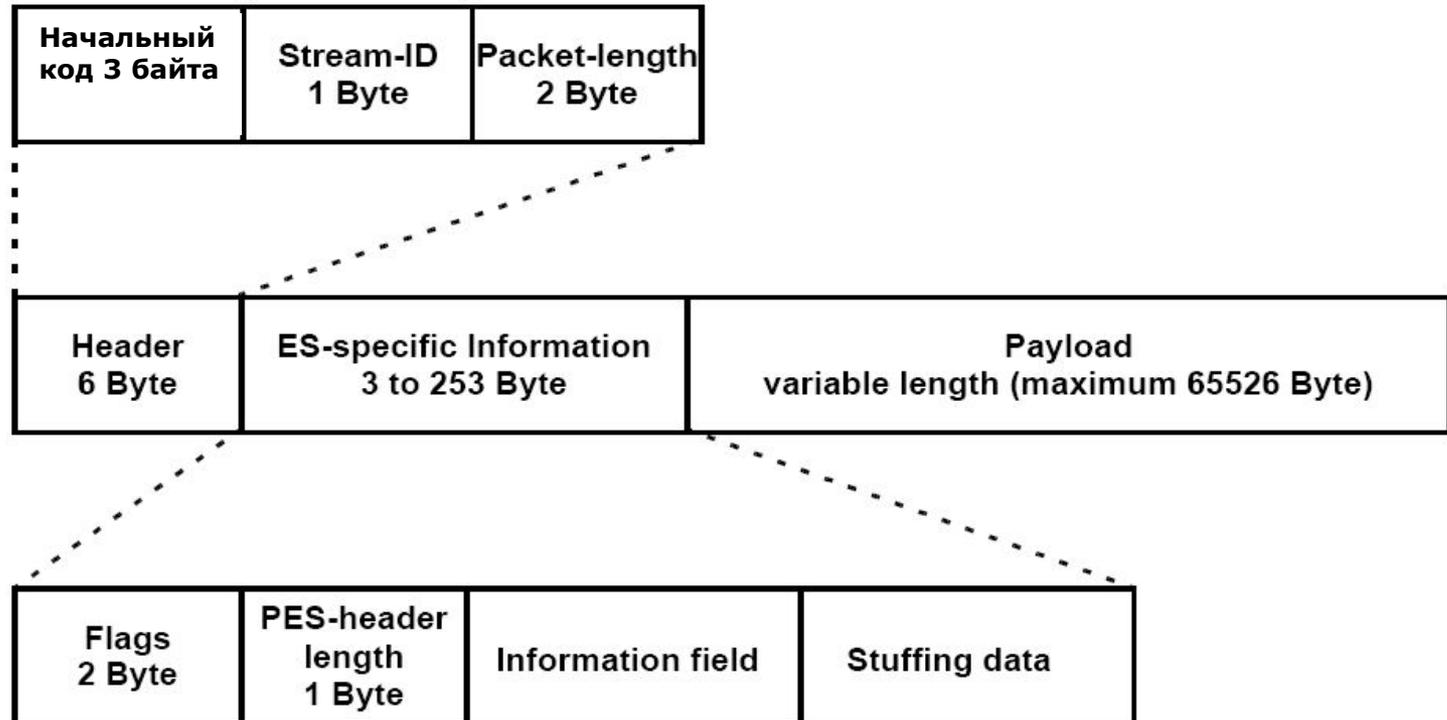
**PES** – пакетизированный транспортный поток

**TS** – транспортный поток

# Что такое DVB

# TS

## Схема формирования ASI-транспортного потока.



## Структура PES пакетов.

# Что такое DVB

# TS

## Схема формирования ASI-транспортного потока.



Multiplexed video and audio PES packets

Applications:

MPEG-1 Video CD

MPEG-2 SVCD

MPEG-2 Video DVD

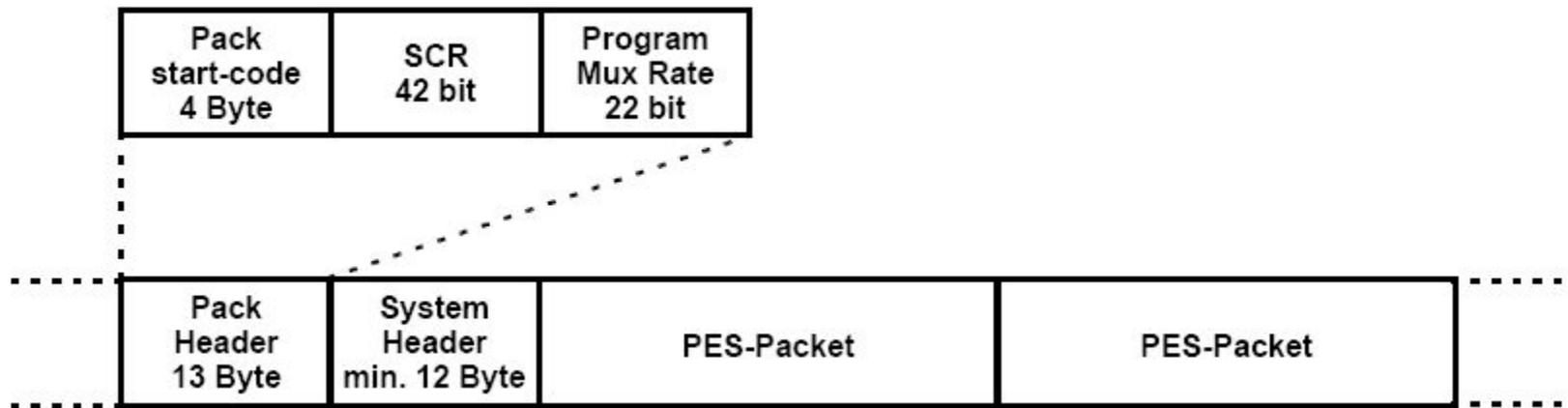
Мультиплексирование PES пакетов.



# Что такое DVB

# TS

## Схема формирования ASI-транспортного потока.

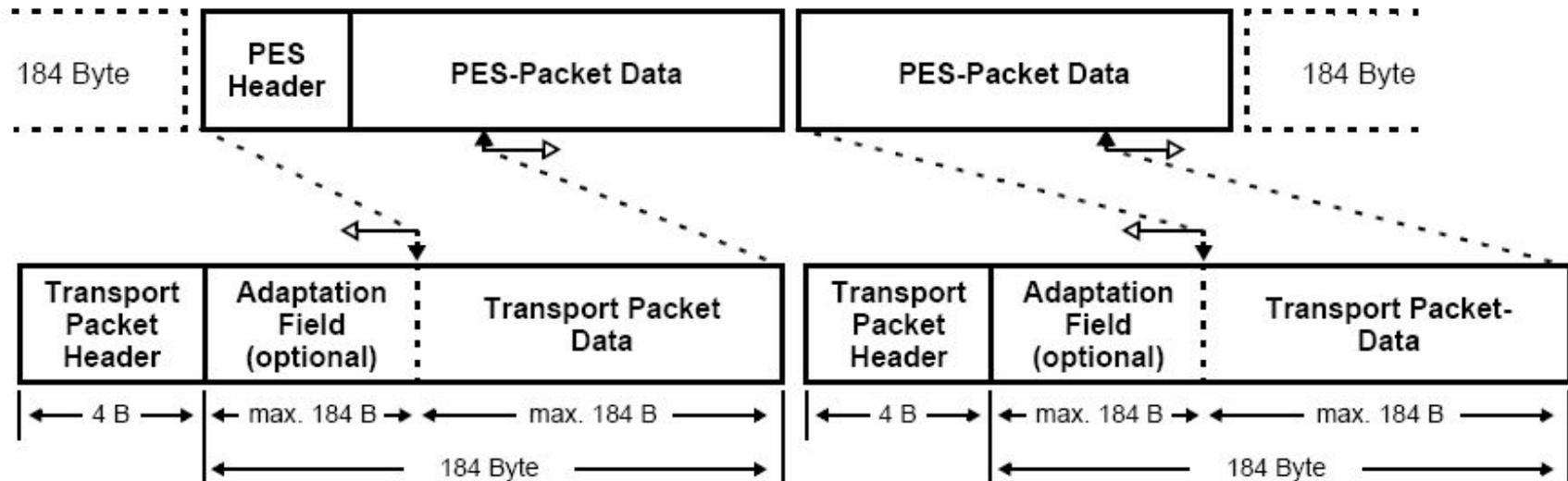


Структура заголовков в программном потоке.

# Что такое DVB

# TS

## Схема формирования ASI-транспортного потока.

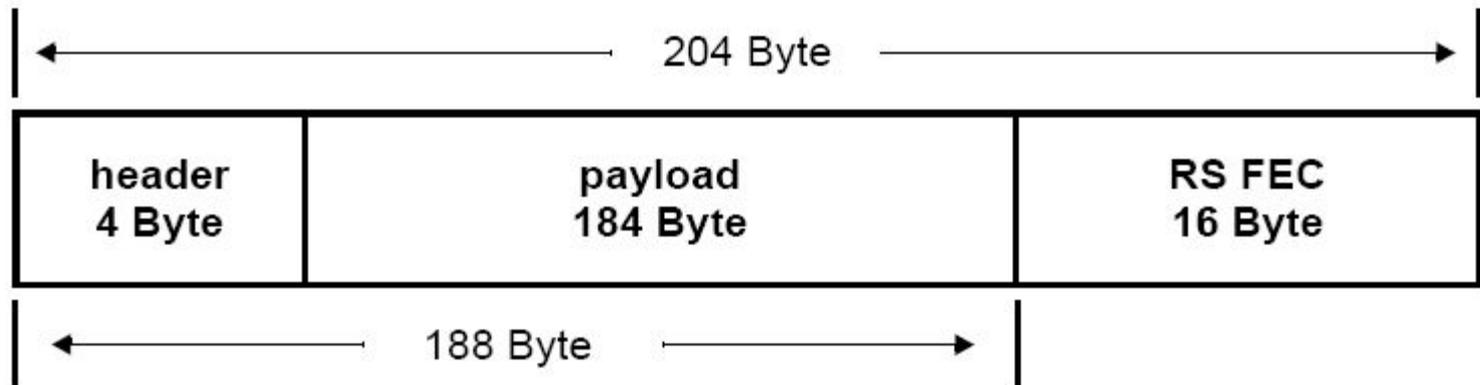


Структура пакетов в транспортном потоке.

# Что такое DVB

# TS

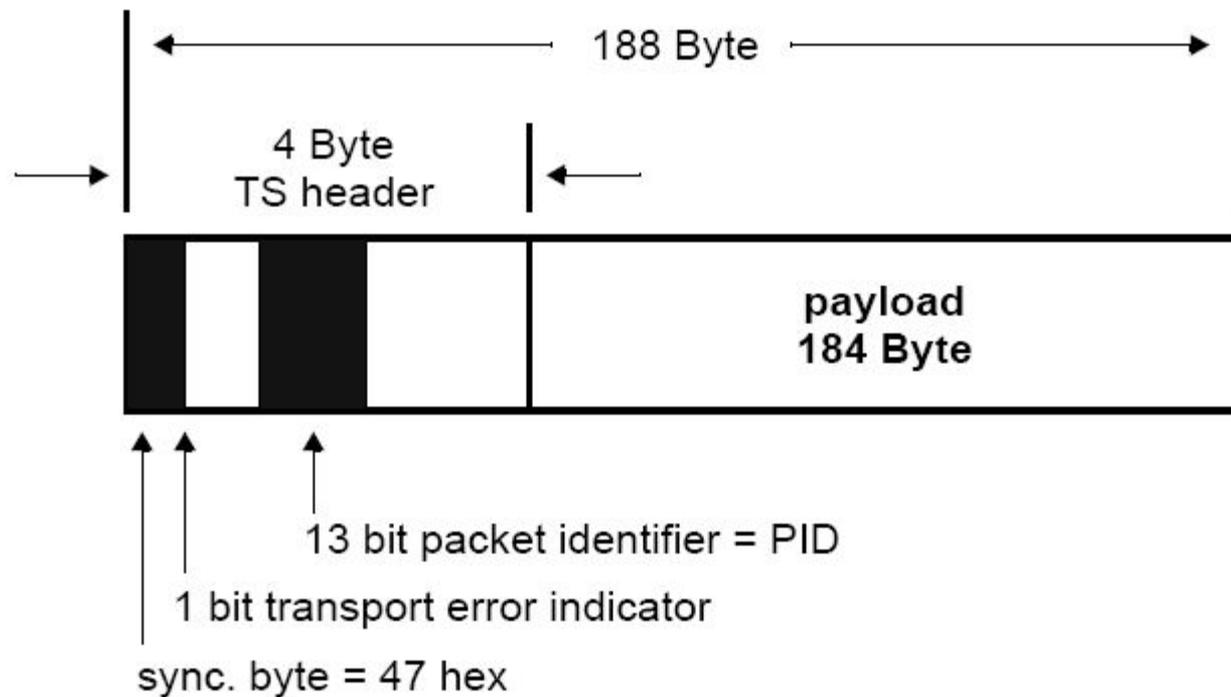
## Структура TS пакетов.



# Что такое DVB

# TS

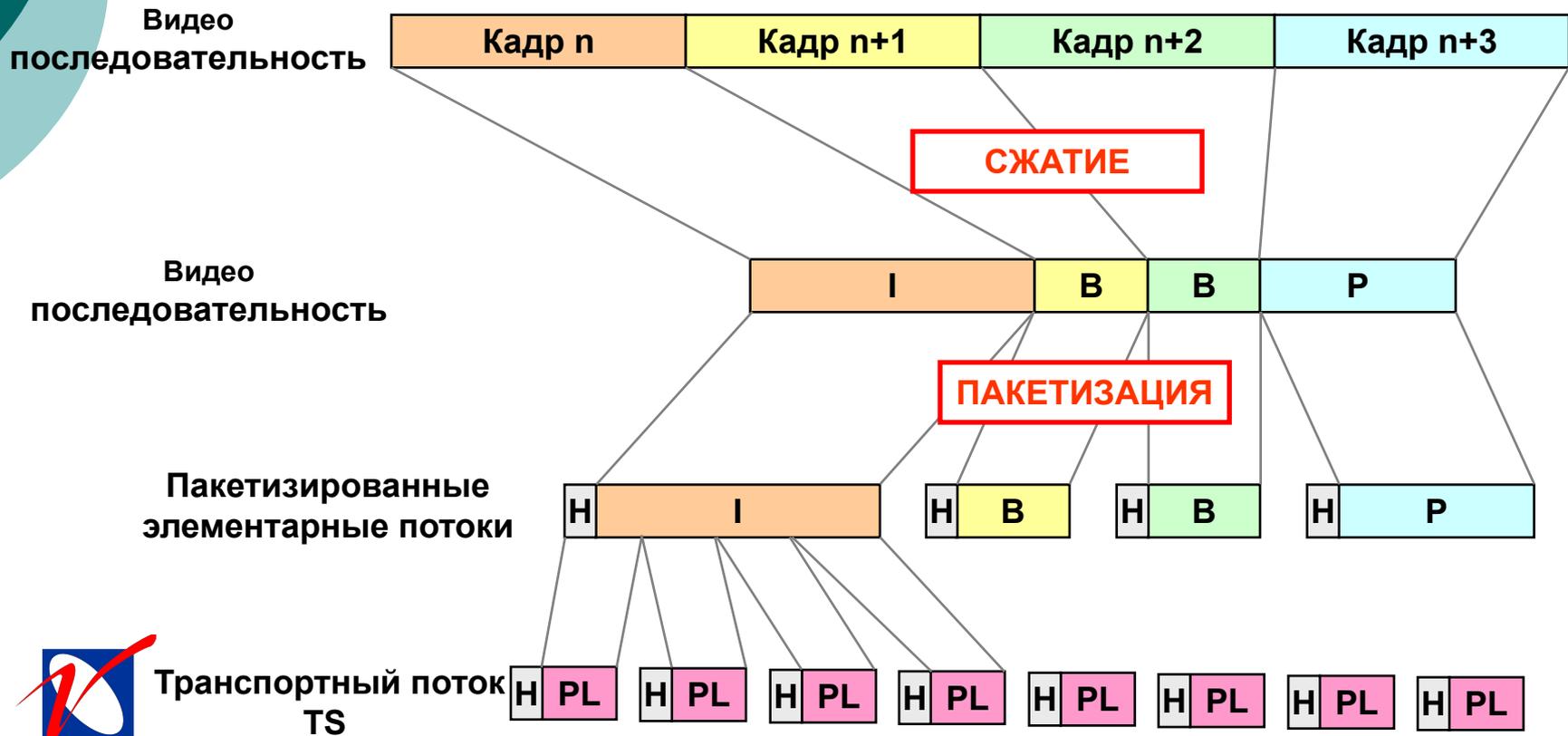
## Детальная структура TS пакетов.



# Что такое DVB

# TS

## Пакетизация видео потока



Транспортный поток  
TS

# Что такое DVB

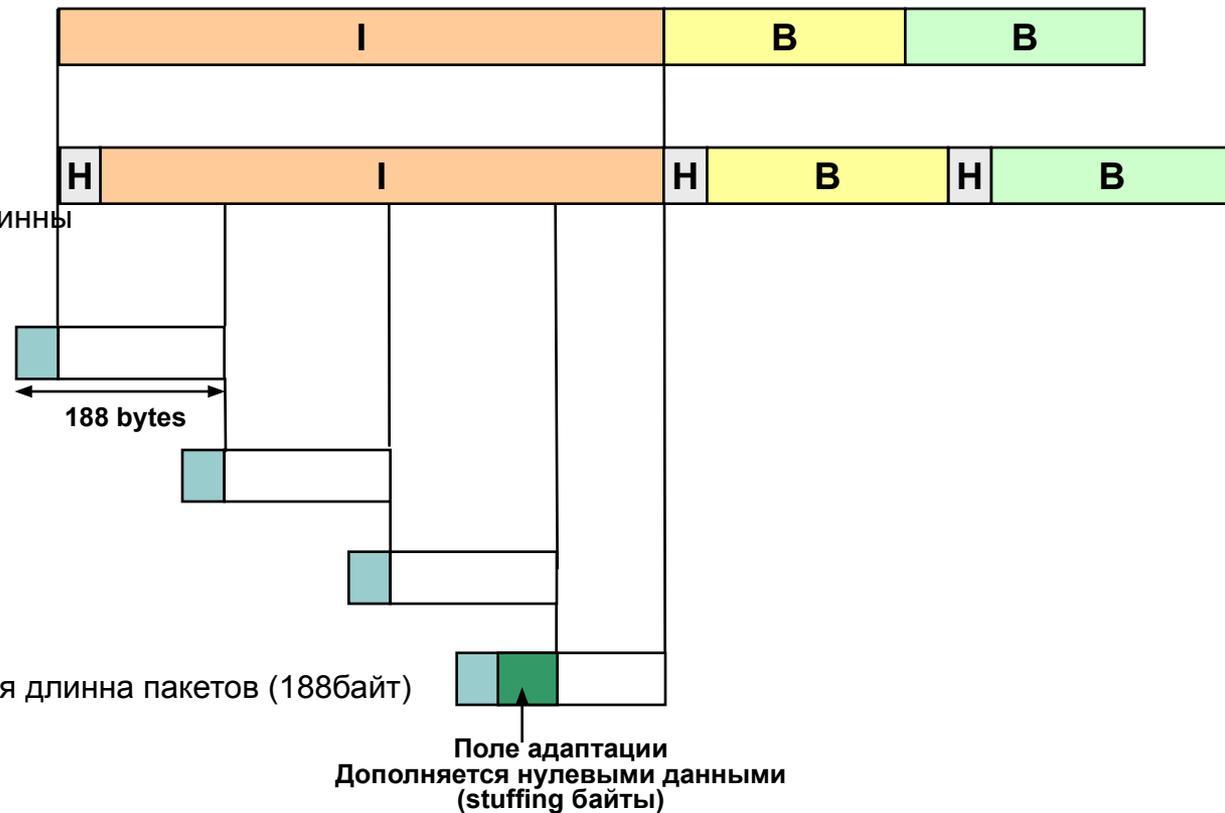
# TS

## Transport Stream Packets Generation

**ES**  
Элементарное видео

**PES**  
Пакеты переменной длины

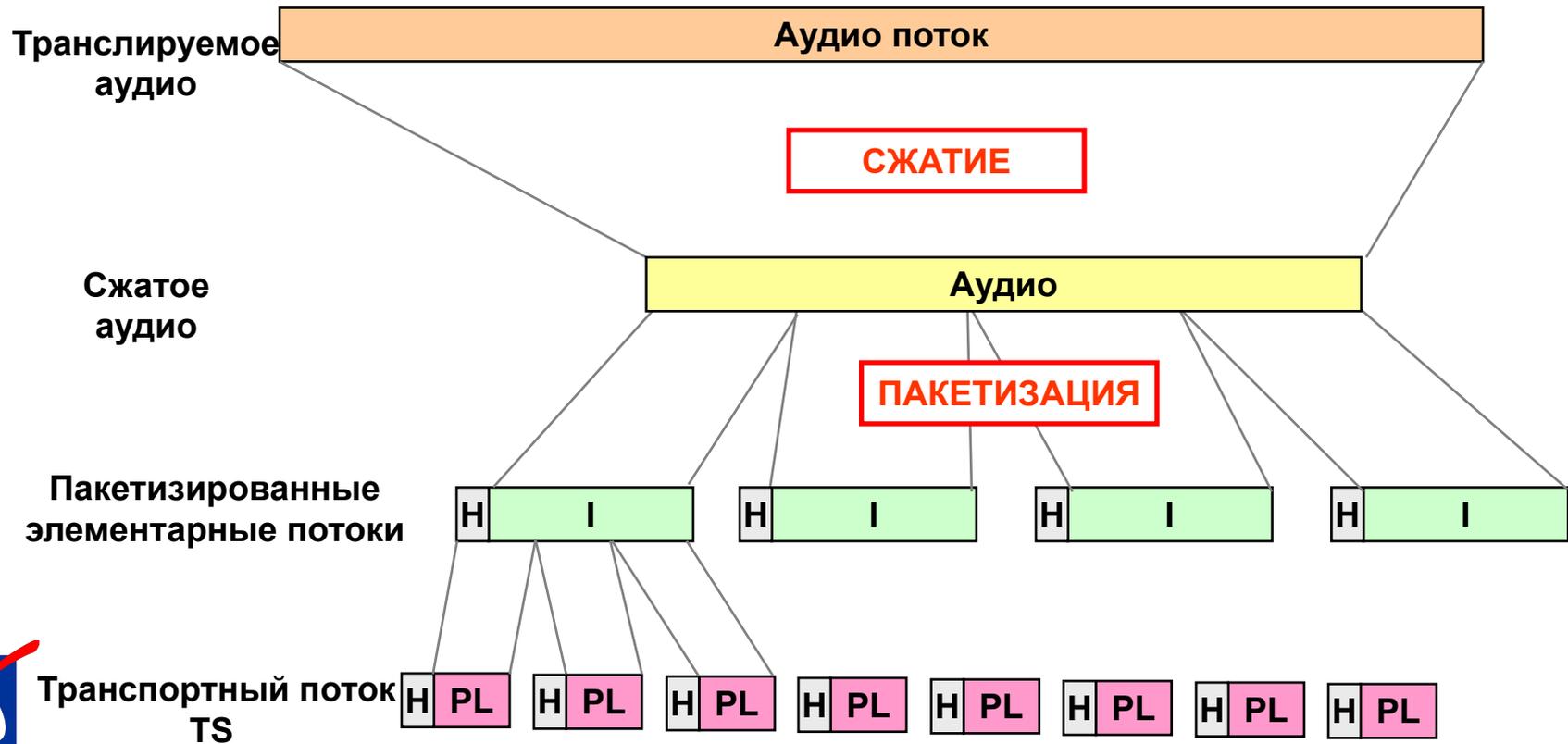
**TS пакеты**  
Фиксированная длина пакетов (188байт)



# Что такое DVB

# TS

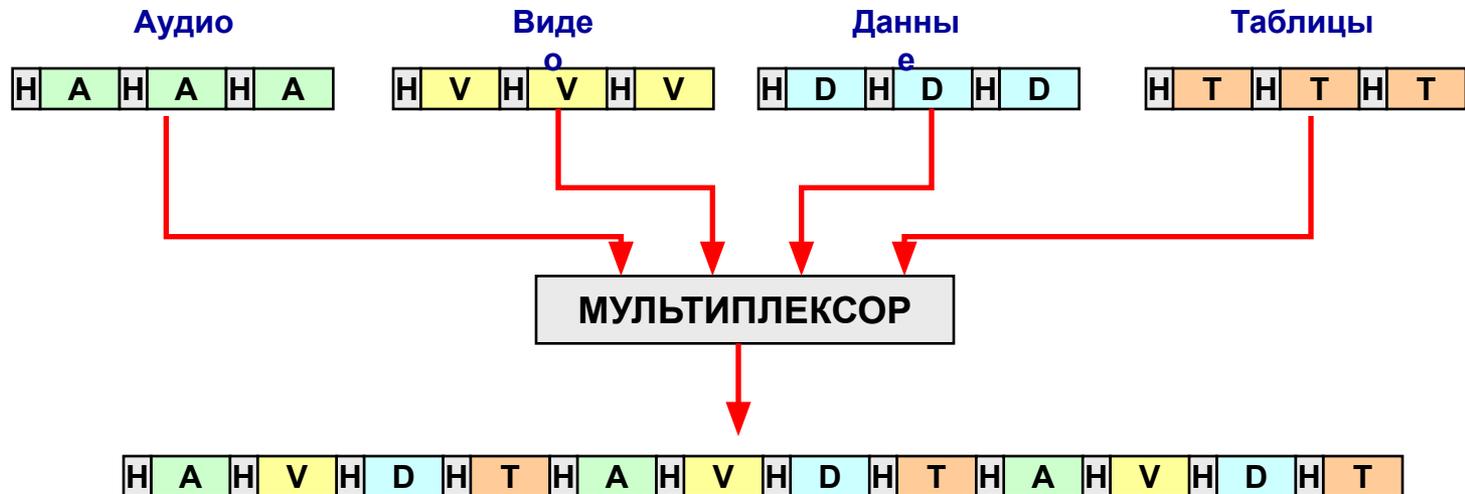
## Пакетизация аудио потока



# Что такое DVB

# TS

## Компоненты мультиплексирования кодера



- Фиксированная длина пакетов (проще мультиплексирование короче время обработки)

## **Сжатие подвижных объектов по стандарту MPEG3.**

Стандарт MPEG3 первоначально разрабатывался для использования в системах телевидения высокой четкости (High Definition Television - **HDTV**) со скоростью потока данных 20-40 Мбит/с. Но еще в процессе разработки стало ясно, что параметры, требуемые для передачи HDTV, вполне обеспечиваются использованием стандарта MPEG2 при увеличенной скорости цифрового потока.

Другими словами, **острой нужды в существовании отдельного стандарта для HDTV нет.** Таким образом, **MPEG3, еще не родившись, стал фактически составной частью стандарта MPEG2** и отдельно теперь даже не упоминается.

Что такое DVB

Сжатие

---

## **Сжатие подвижных объектов по стандарту MPEG4.**

1994г. В июле начаты работы по стандарту

1996г. В ноябре закончен рабочий проект

1997г. Проект согласован на уровне Комитета  
Международной организации по  
стандартизации

Конец 1998г. – начало 1999г. – принято  
большинство документов входящих в  
стандарт MPEG4

1999г. – Вторая версия MPEG4



### **Стандарт MPEG4 охватывает следующие области:**

- Цифровое телевидение и видеосвязь
- Интерактивную графику, синтез изображений
- Интерактивные мультимедийные приложения, в том числе передаваемые через Интернет

## **Объекты и сцены в MPEG4**

Важнейшей особенностью MPEG-4 является объектно-ориентированный подход.

При объектно-ориентированном подходе передаваемое изображение со звуковым сопровождением представляется как совокупность видео и аудио объектов.

---

## **Видеообъекты, аудиообъекты и Аудио-визуальный объектами**

**Видеообъектами** (VO - visual object) могут быть изображения людей и предметов, перемещающиеся перед неподвижным фоном, и сам неподвижный фон.

**Аудиообъектами** (AO - audio object) могут быть голоса людей, музыка, другие звуки.

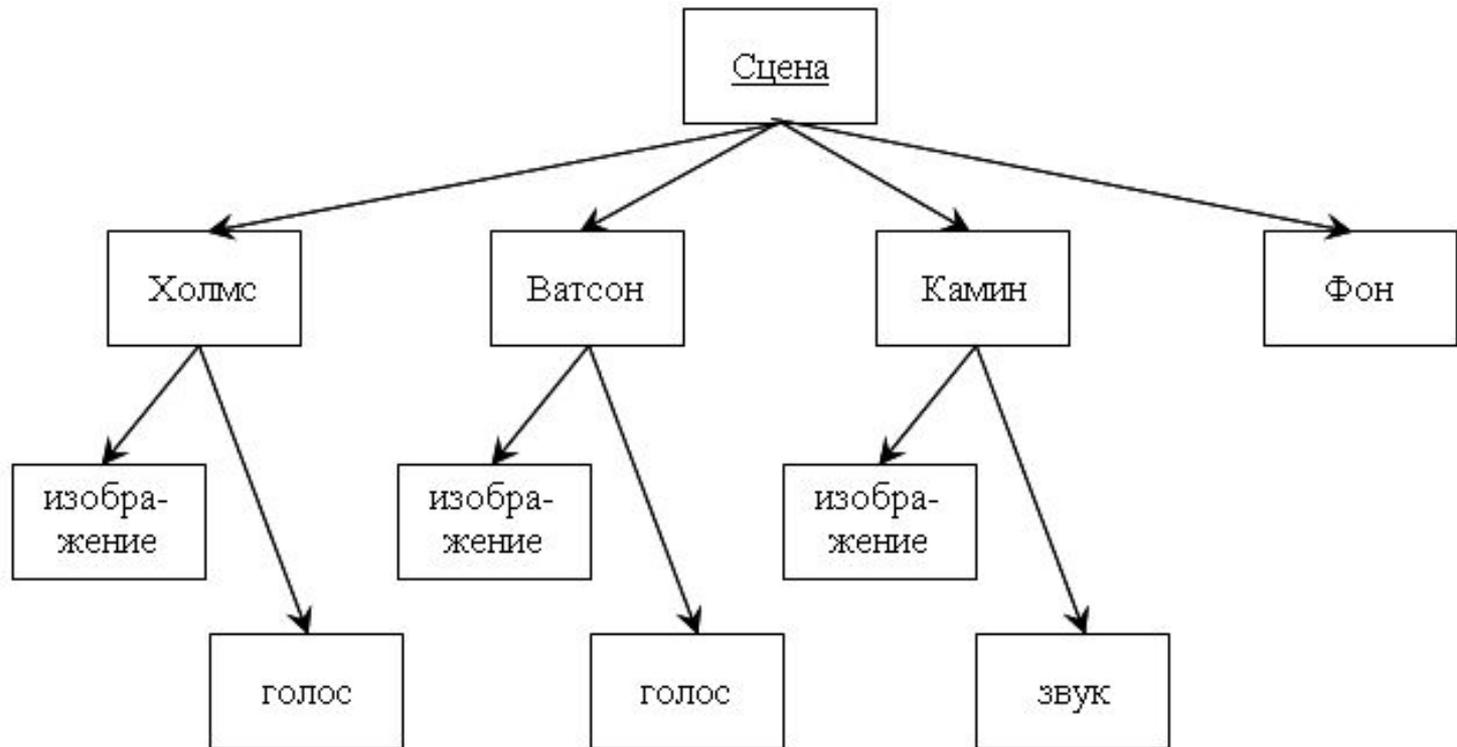
**Аудио-визуальный объектами** (AVOs – audio-visual object) могут быть связанные видео и аудио объекты, например, изображение человека и его голос.

## Сцены MPEG-4

Сцена - это совокупность видеообъектов и аудиообъектов.

MPEG-4 содержит специальный язык описания сцен – BIFS (Binary Format for Scenes)

## Сцены MPEG-4



*Пример структуры описания сцены*

### **Кодирование видеообъектов**

В отличие от MPEG-1, MPEG-2 в которых применяется фиксированный алгоритм кодирования, в MPEG-4 используется целый набор методов кодирования, включающий как алгоритмы сходные с применяемыми в MPEG-1 и MPEG-2, так и принципиально новые методы кодирования основанные на понятии видеообъекта.

Выбор метода кодирования в конкретном случае определяется характером изображения и требуемым коэффициентом сжатия информации.

## Кодирование аудиообъектов

В MPEG-4 предусмотрено три уровня кодирования

1. Кодирование музыки тем же методом, что и в стандарте MPEG-2 с обеспечением до восьми каналов звука при скорости передачи 16...64кбит/с на канал.
2. Для передачи речи с высоким и средним качеством используется метод кодирования CELP (Code Excited Linear Predictive) – скорость передачи 6...24кбит/с на канал при частотах дискретизации 8кГц или 16кГц
3. Параметрическое кодирование речи, которое обеспечивает сжатие при сохранении разборчивости до скоростей 2...4кбит/с при частоте дискретизации 8кГц.

## Передача данных

**DMIF** – (Delivery Multimedia Integration Framework – интегрированная система доставки мультимедиа) – это протокол, обеспечивающий управление потоками данных для мультимедиа.

DMIF обеспечивает посылку запросов от пользователя к источнику информации и пересылку запрошенных данных пользователю.

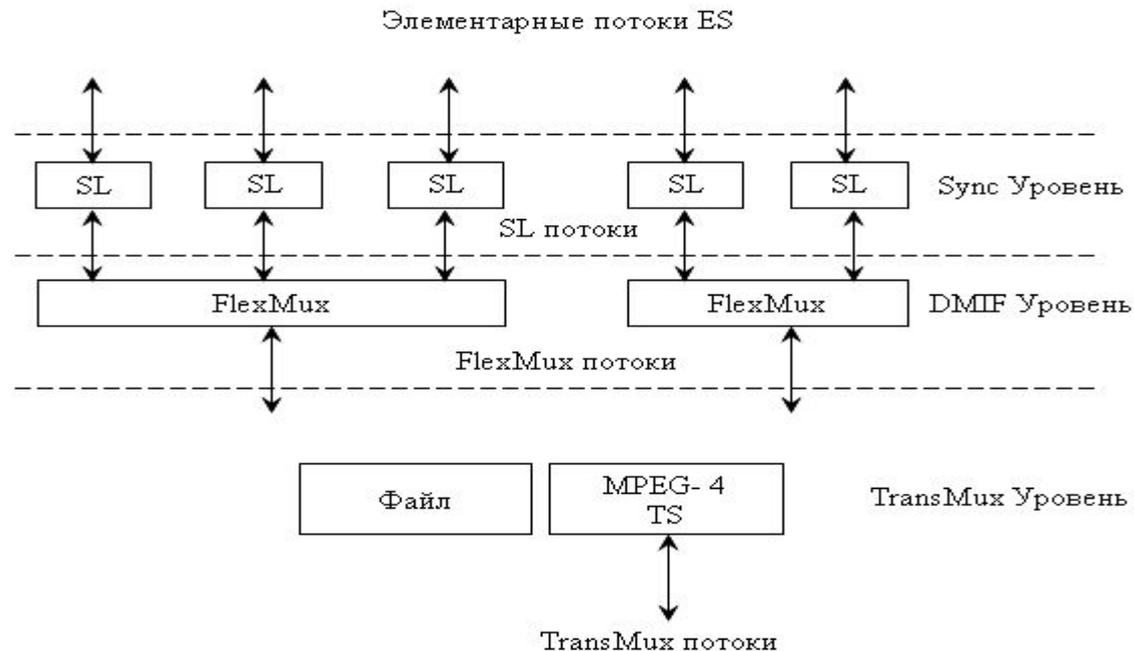
DMIF охватывает три основные сферы применения MPEG-4

1. Передачу по интерактивным сетям (Internet)
2. Передачу по обычным вещательным каналам
3. Запись видео программ на компакт-диски

# Что такое DVB

# TS

## Схема формирования транспортного потока для MPEG-4.



**ES** = элементарный поток

**SL** – уровень синхронизации

**DMIF** – протокол обеспечивающий управление потоками данных для мультимедиа

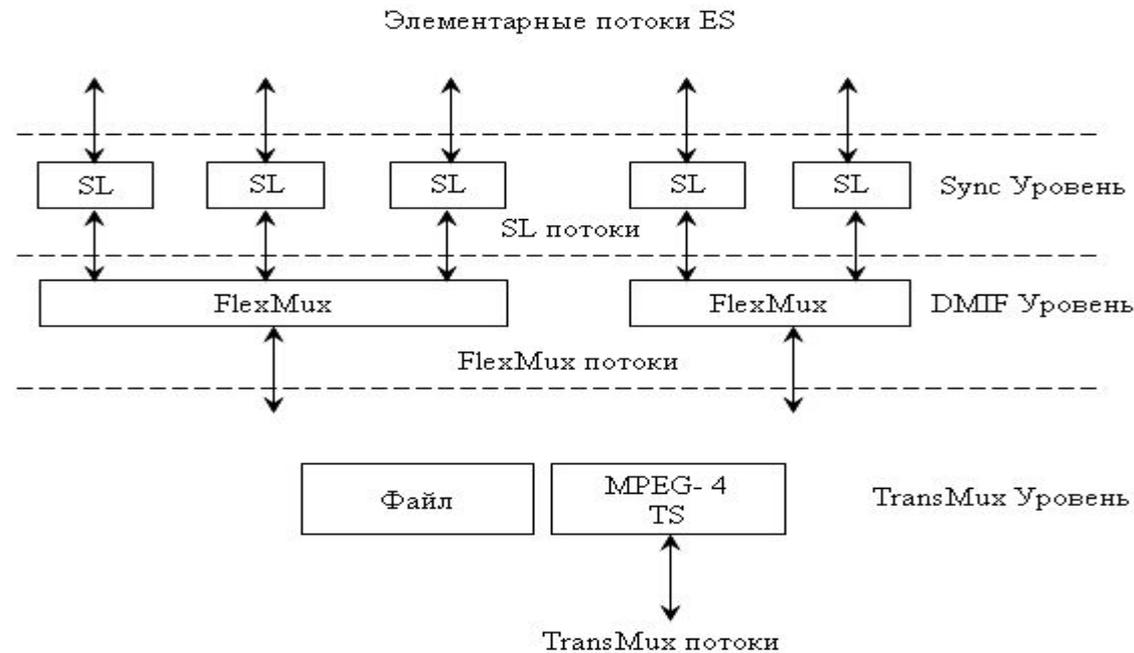
**TransMux** = уровень преобразования в транспортный поток



# Что такое DVB

# TS

## Схема формирования транспортного потока для MPEG-4.



Общее название транспортного потока-**TransMux Stream**



# Что такое DVB

## Более подробно о ТВ стандартах

**MPEG.ORG**

[www.mpeg.org](http://www.mpeg.org)



[www.pro-mpeg.org](http://www.pro-mpeg.org)



[www.iso.org](http://www.iso.org)



[mpeg.telecomitalia.com](http://mpeg.telecomitalia.com)

Что такое DVB

Сжатие

---

Другие стандарты кодирования видео  
информации

**являющиеся международным**  
**стандартом**

**РЕКОМЕНДАЦИИ ITU-T**

**H.261, H.262, H.263, H.264**



### РЕКОМЕНДАЦИЯ H.261

Рекомендация ITU-T H.261, принятая в 1993г., определяет методы кодирования и декодирования видеосигналов для передачи по относительно узкополосным цифровым каналам связи со скоростями передачи двоичных символов, равным  $n \cdot 64 \text{ кбит/с}$ , где  $n = 1 \dots 30$ .

Основная область применения ITU-T **H.261** – **системы компьютерной видеосвязи**

#### Форматы

- CIF - 352x288 4:2:0
- QCIF - 176x144 4:2:0

Квантование – по Рекомендации 601

### РЕКОМЕНДАЦИЯ H.263

Рекомендация ITU-T H.263, принятая в 1996г., является развитием Рекомендации H.261 и по сравнению с последней содержит следующие основные усовершенствования:

- Помимо изображений в формате CIF и QCIF могут кодироваться и передаваться изображения форматов SQCIF, 4CIF и 16CIF
- Векторы движения определяются с точностью до половины пикселя, и ограничения на величины смещений отсутствуют
- Допускается использование В-кадров, при кодировании которых для предсказания используются следующие за ними кадры
- Используется более совершенный метод кодирования с переменной длиной кодовых слов (арифметическое кодирование)

### РЕКОМЕНДАЦИЯ H.262

Рекомендация H262, принятая в 1995г., существенно более широкой, чем H.261 и H.263 и практически полностью совпадает со стандартом MPEG-2 в части кодирования видеосигналов.

Кодируемые в соответствие с ней движущиеся изображения могут иметь как прогрессивную, так и через строчную развертки, количества пикселей от 352x288 до 1920x1152, частоту кадров 30Гц, а на верхних уровнях 60Гц.

Предусмотрены уровни и профили, возможна масштабируемость нескольких типов.

Рекомендация H262 может использоваться не только для систем видеосвязи, но и для передачи программ ТВ вещания по различным каналам связи



### РЕКОМЕНДАЦИЯ H.264

- Рекомендация H.264 изначально ориентирована на применение, прежде всего, в коммуникационных системах, поэтому особое внимание здесь уделено повышению помехоустойчивости и обеспечению высокой степени гибкости информационного представления, необходимой для обеспечения удобства передачи закодированной видеоинформации по сетям разной природы.
- Предусматриваются особые алгоритмы разделения закодированного потока на блоки, обеспечивающие требуемые характеристики информационного представления для каждого конкретного случая

### РЕКОМЕНДАЦИЯ H.264

- Рекомендация является заметным шагом вперед по сравнению с версией стандарта MPEG4 (рассмотренная рекомендация должна стать расширением стандарта MPEG 4). Формат кодирования позволяет добиваться эффективности представления информации, **превосходящей эффективность**, допустимую в рамках стандарта MPEG4, **более чем на 30%**. Естественно, вычислительная сложность предлагаемых методов несколько выше вычислительной сложности стандартных на сегодняшний день решений, однако, это обстоятельство не должно стать препятствием для внедрения этой рекомендации.

# Что такое DVB

## Сжатие

---

Другие стандарты кодирования видео  
информации

**не являющиеся международным  
стандартом.**

**Методы**

**CELL, NV, INDEO**



# Что такое DVB

## Сжатие

Метод **Cell** предложен компанией Sun Microsystem.

Имеет два варианта:

- CellA - в обычной видео передаче
- CellB – применяется в видеосвязи при трансляции в реальном времени.

Изображение делится на ячейки (cell) 4x4 пикселей.

**Степень сжатия 12:1**

Метод **NV** (Network Video) предложен подразделением PARC компании Xerox.

Используется в системах телекоммуникаций, работающих в Internet. Метод основан на выделении областей изображения, в которых имеются значительные изменения, и передаче со сжатием только этих областей.

**Степень сжатия 20:1**

Метод **Indeo** разработан фирмой Intel. Основан на предсказании текущего кадра по предыдущему.

**Степень сжатия 1,7:1**



# Что такое DVB

## Сжатие

Стандарты кодирования звуковой  
информации

являющиеся международным  
стандартом.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ITU-T**

**G.711, G721 и G726, G722, G728 и  
G.729, AC-3.**



# Что такое DVB

## Сжатие

### РЕКОМЕНДАЦИИ G.711, G721 и G726

**Рекомендация G.711** определяет метод передачи речи с помощью ИКМ (импульсно-кодовая модуляция PCM).

- Верхняя граница передаваемого сигнала  $f_B = 3,4 \text{ кГц}$
- Частота дискретизации  $f_D = 8 \text{ кГц}$
- Количество разрядов квантования  $n_{\text{КВ}} = 12$

Скорость передачи двоичных символов для стандарта G.711 составляет  $8(\text{бит}) \times 8(\text{кГц}) = \underline{64 \text{ кбит/с}}$

**Рекомендация G.721** и G.726 определяют методы сжатия с помощью АДИКМ (адаптивная импульсно-кодовая модуляция ADPCM)

- Верхняя граница передаваемого сигнала  $f_B = 3,4 \text{ кГц}$
- Частота дискретизации  $f_D = 8 \text{ кГц}$
- Количество разрядов квантования  $n_{\text{КВ}} = 12$

Скорость передачи двоичных символов для 32 кбит/с



### РЕКОМЕНДАЦИЯ G.722

**Рекомендация G.722 - направлена на повышение качества передачи речи. Метод сжатия с помощью АДИКМ**

- Верхняя граничная частота сигнала  $f_{\text{в}} = 7\text{кГц}$
- Частота дискретизации  $f_{\text{д}} = 16\text{кГц}$
- Количество разрядов квантования  $n_{\text{кв}} = 14$

Кодирование включает выделение двух частотных поддиапазонов 50Гц...4кГц и 4кГц...7кГц

Скорость передачи двоичных символов 64кбит/с

## РЕКОМЕНДАЦИИ G728 и G729

**Рекомендация G.728 и G.729** определяют методы сжатия с использованием кодирования с линейным предсказанием (LPC- Linear Predictive Coding)

Эти методы основаны на модели голосового аппарата человека в виде линейного фильтра, на вход которого подается квазипериодическая последовательность импульсов (при формировании гласных и некоторых согласных звуков) или шум (при формировании шипящих, свистящих и некоторых других согласных звуков).

### СТАНДАРТ СЖАТИЯ ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ AC-3

**Стандарт AC-3** (или Долби AC-3) предназначен для кодирования высококачественного звукового сопровождения в цифровом телевидении и мультимедиа.

Стандарт AC-3 позволяет кодировать звуковые сигналы до пяти каналов и один дополнительный сигнал низкочастотных звуковых эффектов (принято обозначение 5,1 – канальный звук). Метод сжатия с помощью МДКП (модифицированное дискретное косинусное преобразование)

- Частота дискретизации  $f_d = 48, 44,1, \text{ или } 32\text{кГц}$
- Количество битов на отсчет до 24

### СТАНДАРТ СЖАТИЯ ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ AC-3

**Стандарт AC-3** позволяет

- объединять звуковые сигналы
- согласовывать источники звуковых сигналов и звуковоспроизводящую аппаратуру с разным количеством каналов
- сжимать динамический диапазон звука и оптимизировать настройку громкости и делает еще много возможностей для получения наилучшего качества звука при высокой степени сжатия.

Основные параметры стандарта AC-3:

- Скорость передачи двоичных символов **от 30 до 640кбит/с**
- Для 5,1-канального звука типичная скорость передачи **384кбит/с**

**Степень сжатия 13,5:1**



# Что такое DVB

---

**Передача сигналов цифрового телевидения по каналам связи.**

**Главными требованиями к средствам передачи сигналов цифрового телевидения по каналам связи являются**

1. Использование существующих каналов телевизионного вещания
2. Обеспечение высокой помехоустойчивости



# Что такое DVB

## Стандарты трансляции телевизионных цифровых сигналов

### Спутниковое вещание



- DVB-S
- DirecTV - DSS
- ISDB-S

### Кабельная трансляция



- DVB-C
- ITU-T J83

### Наземное вещание



- DVB-T
- ATSC
- ISDB-T

**ATSC : Advanced Television Systems Comittee (US)**  
**DVB : Digital Video Broadcasting (EU)**  
**DSS : Direct Satellite System (US)**  
**ISDB : Integrated Services Digital Broadcasting (JP)**

# Что такое DVB

---

## **Помехоустойчивое кодирование**

Помехоустойчивое кодирование передаваемой информации позволяет в приемной части системы обнаруживать и исправлять ошибки.

Коды, применяемые при помехоустойчивом кодировании, называются корректирующими кодами или кодами исправляющими ошибки



# Что такое DVB

---

## **Две ступени помехоустойчивого кодирования.**

1. **Внешняя ступень** – осуществляется кодирование цифровой информации с помощью кодов Рида-Соломона.
2. **Внутренняя ступень** – используется канальное кодирование, совмещенное с модуляцией

# Что такое DVB

---

## Методы модуляций

Манипуляцией называется модуляция в которой модулируемый параметр несущей может принимать в результате этой модуляции ряд дискретных значений

# Что такое DVB

---

## **Методы модуляций**

### **Амплитудная манипуляция** (АМн)

заключается в дискретном изменении уровня несущей

### **Частотная манипуляция** (ЧМн)

осуществляется путем дискретного изменения частоты несущей при постоянной ее амплитуде

# Что такое DVB

---

## Методы модуляций

**Фазовая манипуляция** (ФМн или QPSK)  
заключается в дискретном изменении фазы несущей

**Квадратурно-амплитудная манипуляция**  
КАМн (QAM) заключается в том, что дискретно изменяются амплитуды двух квадратурных составляющих ( $\sin$  и  $\cos$ ) несущей.

# Что такое DVB

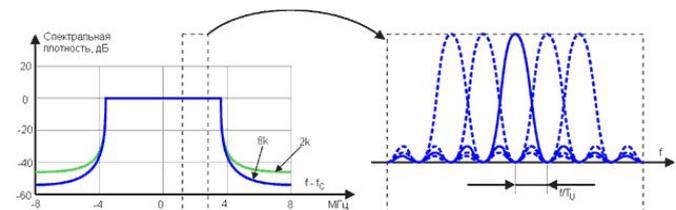
## Методы модуляций

### Ортогональное частотное

#### мультиплексирование (OFDM)

заключается в распределении цифрового потока по многочисленным несущим расположенным в стандартном канале телевизионного вещания

**COFDM** - это сочетание помехоустойчивого канального кодирования с OFDM.



# Что такое DVB

---

## Реализация цифровых телевизионных систем

- Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**
- Американская система цифрового телевидения **ATSC**



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

В 1994г. были выработаны основные положения стандарта **DVB-C** (C – cable, кабель) для кабельного телевизионного вещания и стандарта **DVB-S** (S – Satellite, спутник) для спутникового телевизионного вещания. Работы над стандартом наземного вещания **DVB-T** (Terrestrial, наземный) была закончена позже, 1996г. Там как столкнулись с наиболее серьезными сложностями.



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

**В основе стандартов** лежит стандарт кодирования движущихся изображений и звукового сопровождения **MPEG-2.**

**Синтаксис** транспортного потока DVB **расширен** **по** сравнению с транспортным потоком MPEG-2. Предусмотрены новые типы пакетов, имеющие свои особые идентификаторы – **PID.** Среди них пакеты **SI** (Service Information – сервисная информация, в которых передаются сведения об источнике ТВ программы, параметры канала связи, классификация содержания программы, EPG (теле гид) и т.д.



# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

**Основным достоинством стандарта DVB**, является то, что используя один **транспортный контейнер, пакет DVB**, вещатель может предоставить пользователю мультисервисные услуги. Именно это свойство DVB стандарта, а также надежность и простота устройств делает его все популярнее в мире и в России.

### **Транспортный контейнер DVB.**



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB** **Таблицы сервисной информации**

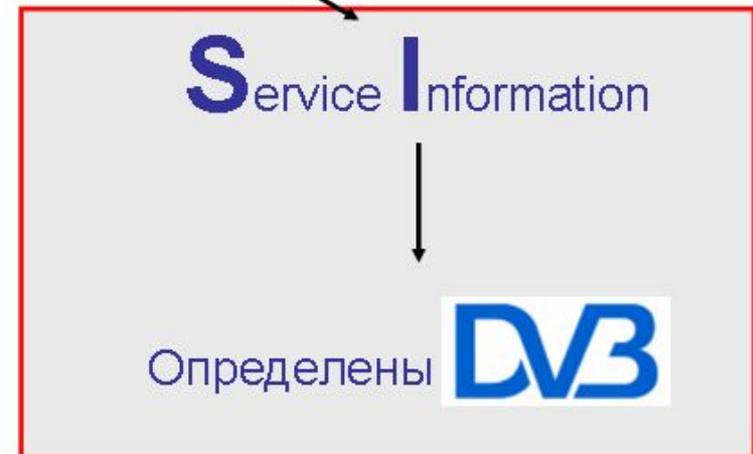
При передаче сигналов цифрового телевидения *сервисная информация* - **SI** встраивается в каждый транспортный поток вещаемого мультимплекса в качестве независимого сигнала. Данные служебной информации - **PSI** и **SI** организованы в виде ряда таблиц. Каждая таблица содержит данные, относящиеся к определенной функции, которая может потребоваться в приемнике для решения поставленной задачи.



# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB** **Таблицы сервисной информации**

Два вида информационных таблиц



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

Для того чтобы интерпретировать содержание транспортного потока, приемник-декодер должен, в первую очередь, декодировать данные SI, содержащиеся в пакетах с особым идентификатором **PID**. Широкий набор данных SI описывает среду передачи, компоненты служб, соотношения между службами, переносимыми конкретным транспортным потоком, а также между службами остальных транспортных потоков сети.

# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

Специфическая информация о программах **PSI** предоставляет информацию, требуемую для автоматического конфигурирования приемника, декодирующего и демультимплексирующего различные потоки программ в мультимплексе; она состоит из четырех таблиц.

# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

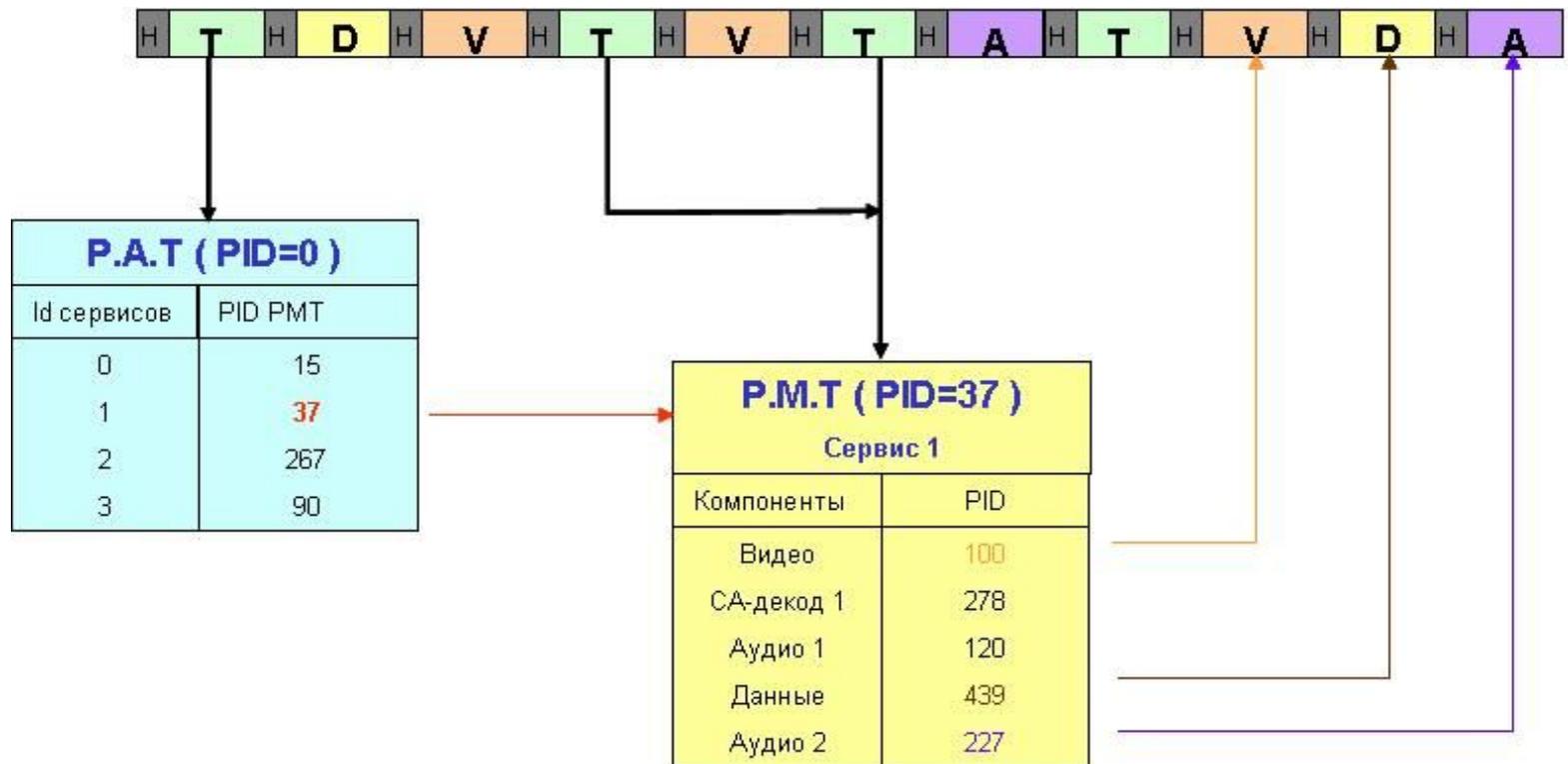
### Четыре таблицы **PSI**

- **PAT** (Program Association Table): *таблица взаимосвязи (ассоциации) программ*
- **PMT** (Program Map Table): *таблица структуры программы*
- **CAT** (Conditional Access Table): *таблица ограниченного доступа*
- **NIT** (Network Information Table): *таблица сетевой информации*



# Что такое DVB

Декодирование программ с помощью таблиц PSI



Структурная схема обработки данных в приемнике декодере – блок схема

# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

Данные **SI** структурированы в десять таблиц:

- |        |          |
|--------|----------|
| 1. SDT | 2. EIT   |
| 3. TDT | 4. BAT   |
| 5. RST | 6. TOT   |
| 7. ST  | 8. SIT   |
| 9. BIT | 10. TSST |

# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

- **SDT** (**S**ervice **D**escription **T**able) - таблица описания службы
- **EIT** (**E**vent **I**nformation **T**able) - таблица информации о событиях
- **TDT** (**T**ime and **D**ate **T**able) - таблица дат и времени
- **TOT** (**T**ime **O**ffset **T**able) - таблица смещения времени
- **BAT** (**B**ouquet **A**ssociation **T**able) - таблица группы служб
- **RST** (**R**unning **S**tatus **T**able) - таблица текущего статуса
- **ST** (**S**tuffing **T**able) - таблица байтов стаффинга
- **SIT** (**S**election **I**nformation **T**able) - таблица выбираемой информации
- **DIT** (**D**iscontinuity **I**nformation **T**able) - таблица неоднородности информации
- **TSDT** (**T**ransport **S**tream **D**escription **T**able) - таблица описания транспортного потока.



# Что такое DVB

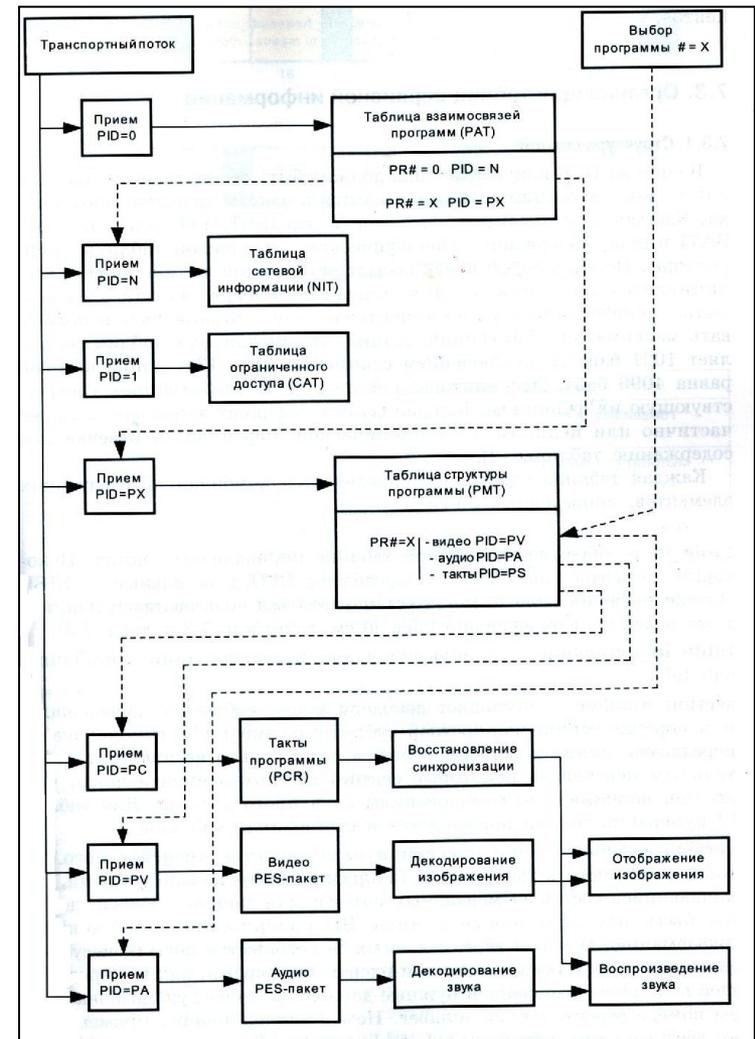
## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB** (основные таблицы)

PAT	Program association table	MPEG-2 PSI Program specific information
PMTs	Program map table	
CAT	Conditional access table	
(NIT)	Network information table	
Private tables		
NIT	Network information table	DVB SI Service information
SDT	Service descriptor table	
BAT	Bouquet association table	
EIT	Event information table	
RST	Running status table	
TDT	Time and date table	
TOT	Time offset table	
ST	Stuffing table	

# Что такое DVB

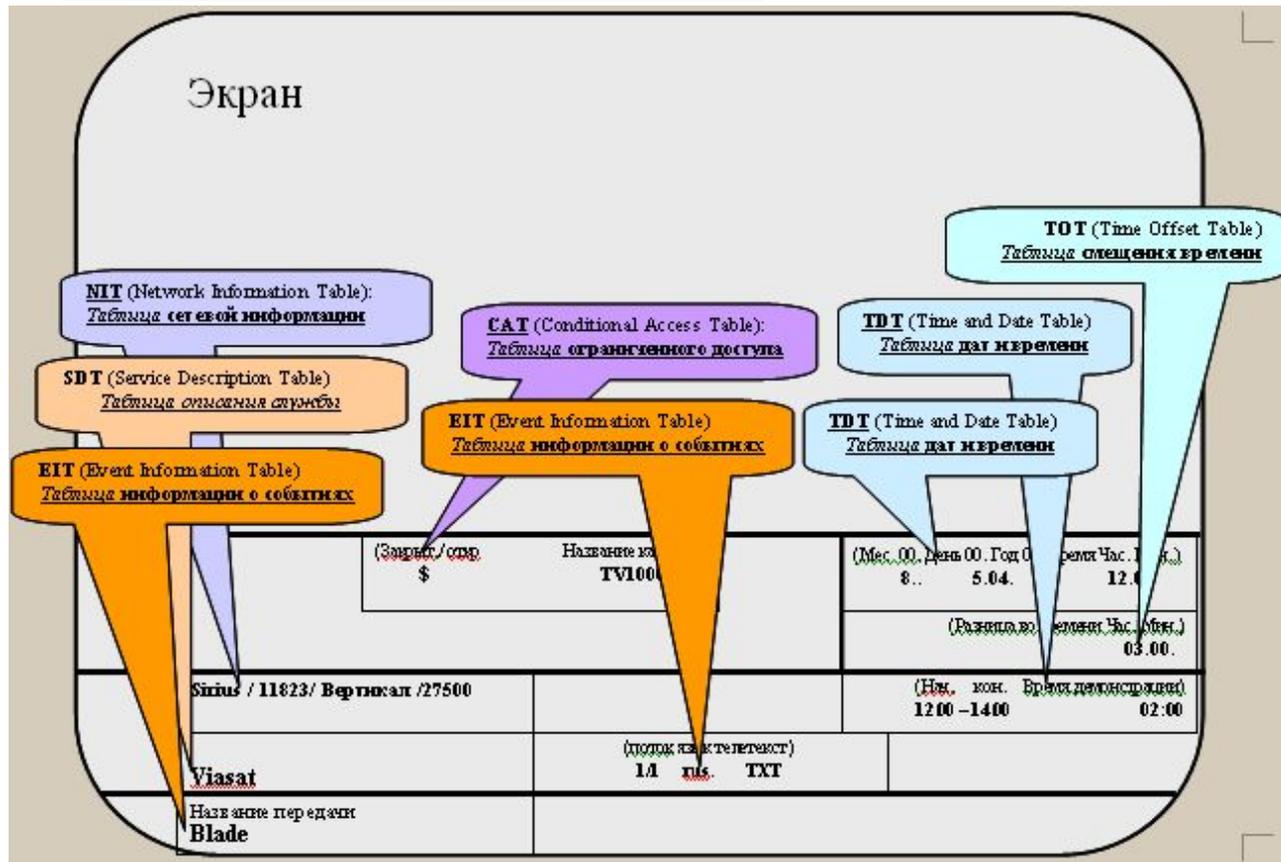
## Таблицы сервисной информации - SI

Структурная схема обработки данных в приемнике декодере – блок схема



# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

Стандарты DVB обеспечивают **условный доступ** (Conditional Access - **CA**) к передаваемым телевизионным программам, что позволяет организовать платное ТВ-вещание. Система условного доступа включает механизм скремблирования ТВ- программ, подсистему хранения данных о пользователях (Subscriber Management System - **SMS**), и подсистему пересылки ключей, обеспечивающих правильное дескремблирование принимаемых программ, пользователем, внесшим соответствующую плату (Subscriber Authorization System - **SAS**).



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

Стандарты DVB допускают возможность **ВВОДИТЬ дополнительные**, не описанные в стандарте, **пакеты данных с особыми идентификаторами**. В этих пакетах ведущая вещание телевизионная компания может передавать ключи к шифрам условного доступа, так называемые навигаторы или гиды (EPG – Electronic Program Guide), т. е. системы меню и таблиц для поиска нужной передачи и программирования включения телевизионного приемника для просмотра и записи выбранной передачи или другой информации.



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

С целью реализации интерактивных режимов работы **в стандартах DVB описаны:**

- Независящие от вида используемой сети протоколы обмена данными
- Средства обеспечения интерактивности для некоторых конкретных видов сетей (обычная телефонная сеть, сеть ISDN, сеть кабельного ТВ)

# Что такое DVB

---

Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

**Кабельное телевизионное вещание DVB-C**

С целью обеспечения наиболее эффективного использования полосы частот **в кабельных сетях** в соответствии со стандартом DVB используется квадратурная амплитудная манипуляция (**QAM**). В настоящее время используются **QAM16,32,64**. В перспективе - **QAM128,256**.

Для канального кодирования используются сверточные коды.



# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Кабельное телевизионное вещание DVB-C**

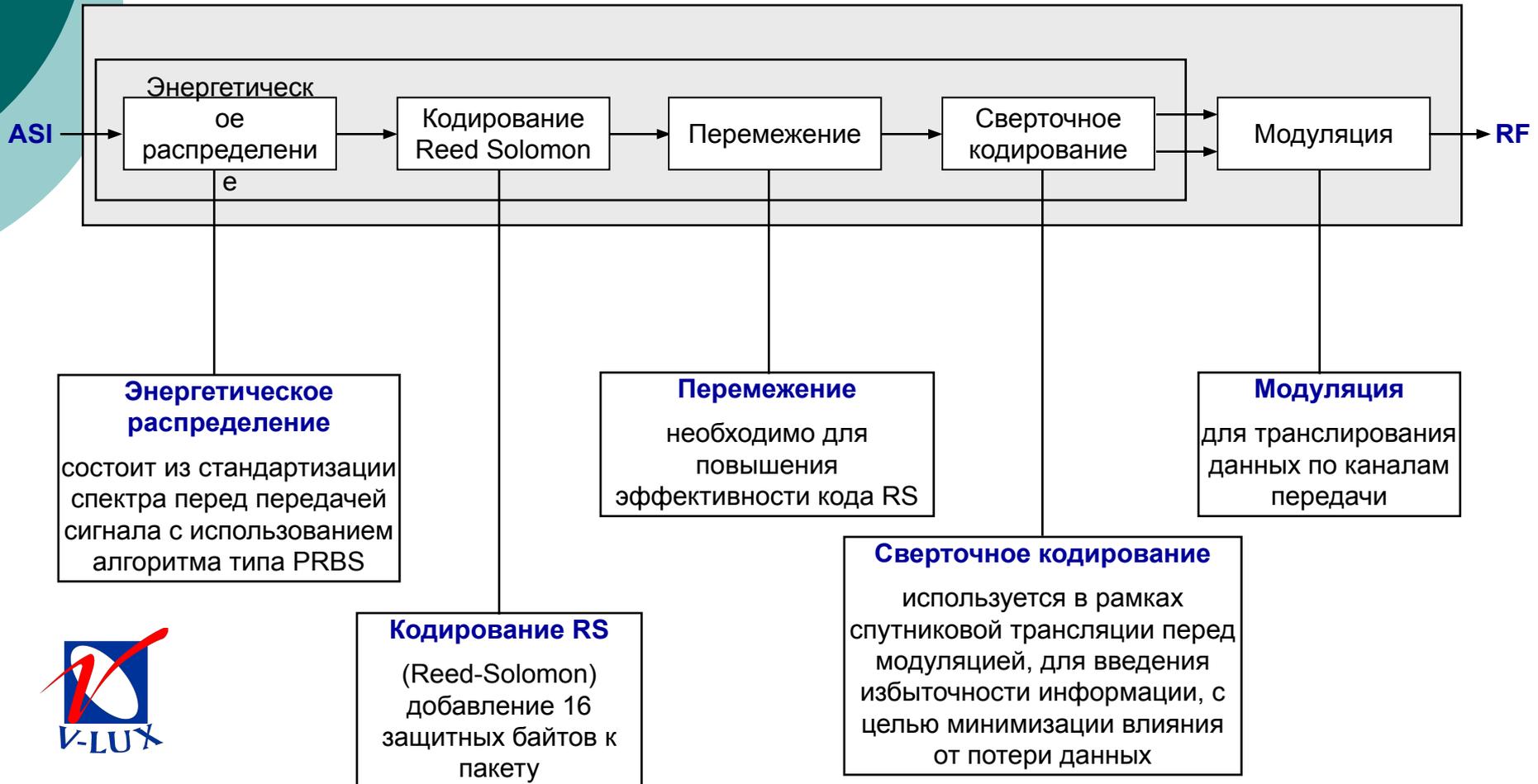
Вид модуляции	Полная скорость передачи, Мбит/с	Скорость передачи полезных данных, Мбит/с
QAM 16	27,34	25,2
QAM 32	34,61	31,9
QAM64	41,34	38,1

Зависимость скорости передачи информации от вида модуляции.



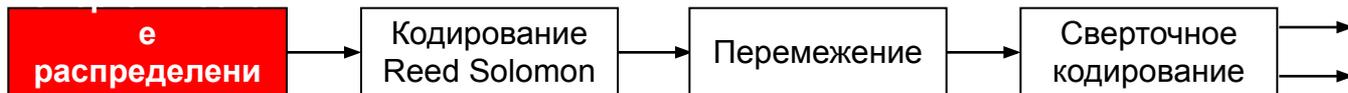
# Что такое DVB

## Диаграмма структуры модулятора

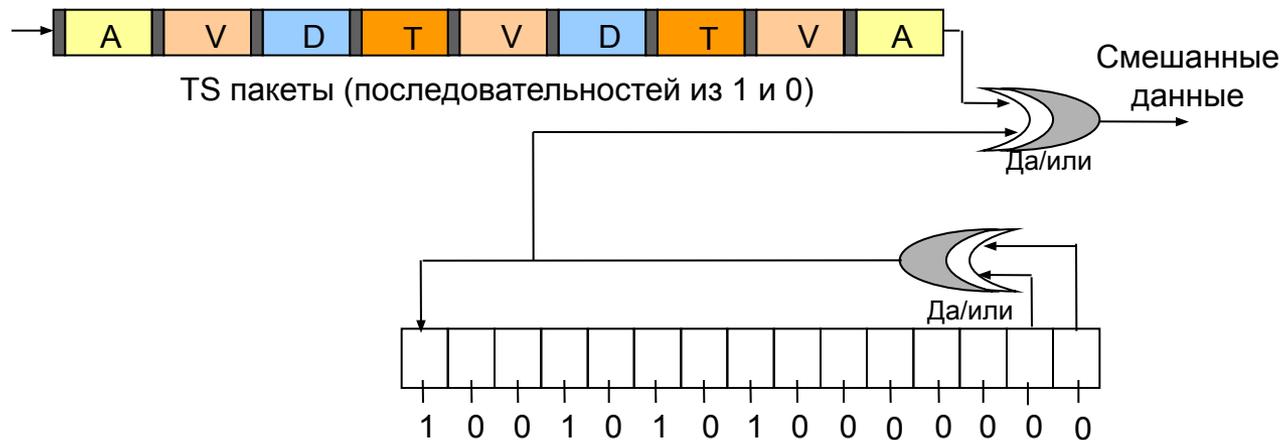


# Что такое DVB

## Канальное кодирование и модуляция



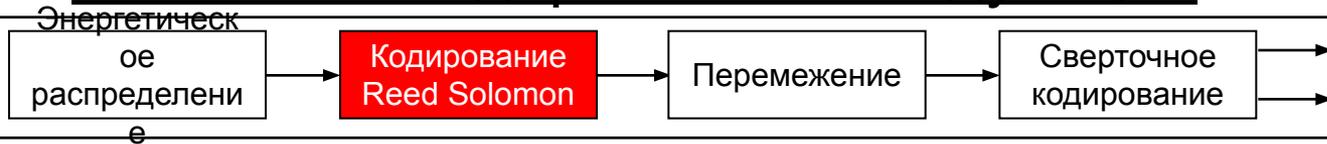
- Разбиение длинных последовательностей нулей и единиц на сигналы одного уровня
- Скремблирование выполняется с помощью псевдо произвольного генератора (PRBS).



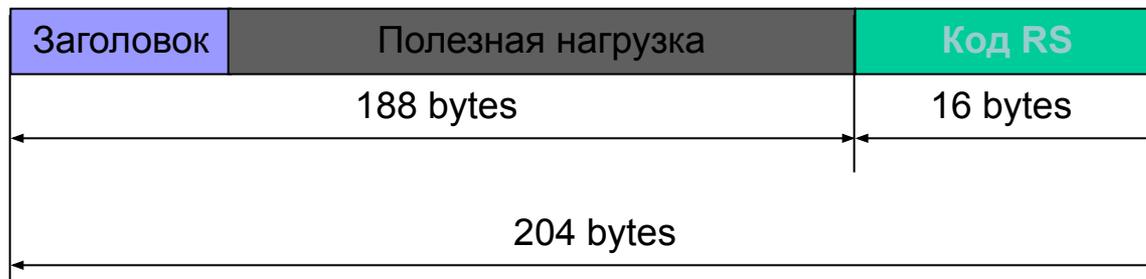
PRBS генератор стандартизирован в [DVB](#).

# Что такое DVB

## Канальное кодирование и модуляция

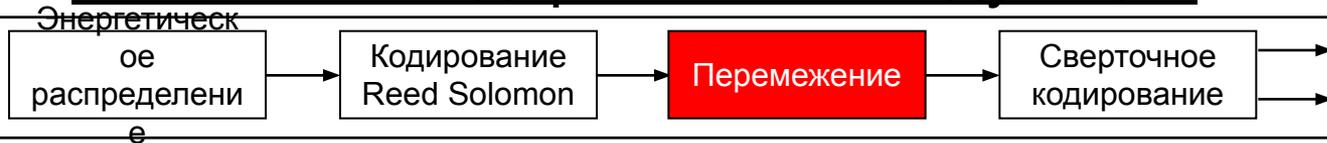


- Этот этап еще более усиливает пакет добавляя код Reed-Solomon. Этот код имеет размер 16 байтов и может корректироваться вплоть до 8 ошибочных байтов на пакет независимо от позиции этих ошибочных байтов.
- Этот код определен как **RS (204, 188, 8)** и использует полиномиальный алгоритм  $P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$  с генерацией пакетов величиной 204/188.
- Смотри **DVB**



# Что такое DVB

## Канальное кодирование и модуляция



- Этот этап имеет предназначен для распределения появляющихся ошибок при трансляции, с целью увеличения возможности кодовой коррекции RS.

Данные на трансляцию

D I G I T A L B R C A D C A S T I N G

Не перемеженные данные

D I G I T A L B R C A D C A S T I N G

Восстановление после приема

D I G I T A L B R C A D C A S T I N G

Перемежевание данных

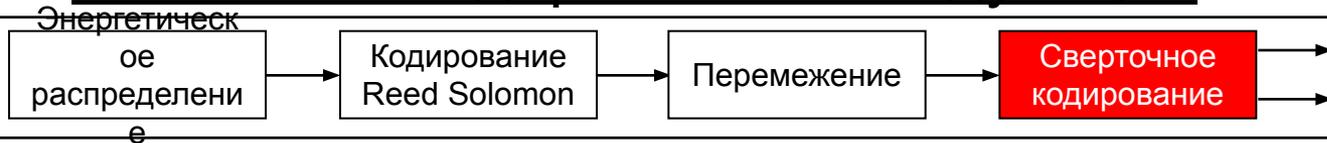
D I L R O T G I A C S G E I T A A N D

Восстановление после приема

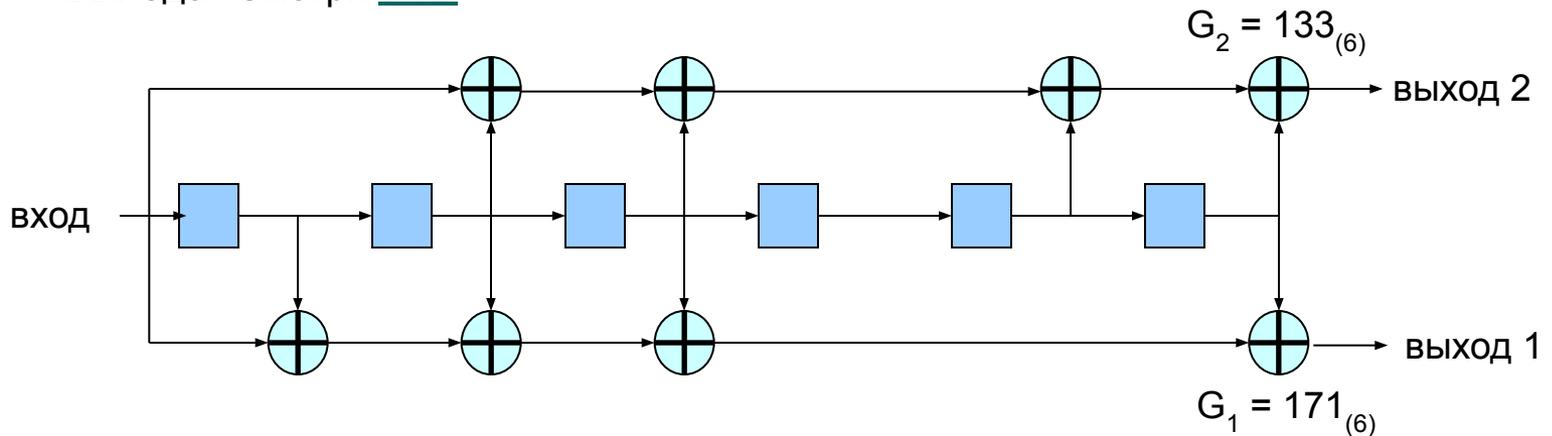
D I G I T A L B R C A D C A S T I N G

# Что такое DVB

## Канальное кодирование и модуляция



- Сверточное кодирование добавляет резервные данные систематически
- Сверточный код работает с сигналами выше канальных шумов
- 2 функциональных генератора  $G_1$  и  $G_2$  генерируют 2 согласованных выхода. Смотри [DVB](#)

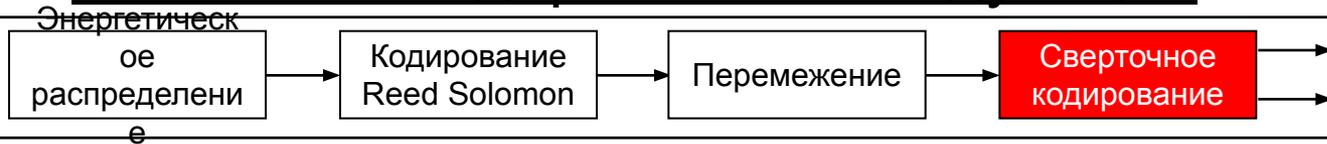


**Преимущество:** дублирование данных и очень мощная коррекция ошибки

**Недостаток:** увеличение потока более 100%

# Что такое DVB

## Канальное кодирование и модуляция



Число входных битов	Число выходных битов	Количество переданных битов	FEC (Forward Error Correction)
1	2	2	1/2
2	4	3	2/3
3	6	4	3/4
5	10	6	5/6
7	14	8	7/8

Сверточное кодирование

Представлены Коэффициент

е



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Спутниковое телевизионное вещание DVB-S**

Основным фактором, создающим ошибки при приеме цифровых сигналов, является **низкое отношение сигнал/шум на входе приемника**, что обусловлено большим расстоянием до передатчика. В то же время ширина полосы частот спутниковых каналов связи значительно шире, чем каналов наземного и кабельного телевидения.

**Ширина полосы частот от 27МГц.**



# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Спутниковое телевизионное вещание DVB-S**

Ширина канала	Полная скорость передачи, Мбит/с	Скорость передачи полезных данных, Мбит/с
54	42,2	38,9 ... 68,0
36	28,1	25,9 ... 45,4
33	25,8	23,8 ... 41,6
26	20,3	18,7 ... 32,8

Зависимость скорости передачи информации от ширины канала



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Спутниковое телевизионное вещание DVB-S**

#### Идентификаторы цифровых потоков транслируемых в стандарте **DVB-S**.

##### **Основные параметры**

**SR** - Symbol Rate. Количество транслируемых мега символы в секунду

**FEC** - Указывает, на то сколько байтов использовано для фактического сигнала, и сколько для коррекции ошибок. Например: **FEC 1/2** означает: 1 байт из 2 использован для коррекции любых ошибок в течение передачи, **FEC 7/8** означает: 7 байтов использованы для фактического сигнала и только один для коррекции ошибок.

**V-Pid** – идентификатор видео программы. Это определяет под поток данных, содержащий видео сигнал. Некоторые режимы передачи, подобно "PoverVu", установили фиксированные варианты чисел, согласовываясь с числом или частоты канала.

**A-Pid** - идентификатор аудио программы. Он определяет подпоток данных и содержание звуковой информации с определением - ТВ звук или Радио.



# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Спутниковое телевизионное вещание DVB-S**

#### Идентификаторы цифровых потоков транслируемых в стандарте **DVB-S**.

##### **Дополнительные параметры**

**PCR** – Некоторые передачи требуют соответствующей синхронизации Видео и Аудио сигналов.

**4DTV** – приоритетный каналный указатель. Выбор приоритетного канала.

**SID** – идентификатор услуги. Идентифицирует определенную Услугу.

**TID** – идентификатор транспондера. Идентифицирует основной транспондер (уникальный для каждого спутникового транспондера). Он позволяет найти только определенные каналы на конкретном транспондере.

**NID** - сетевая идентификация. Идентифицирует определенного Сетевого Провайдера (уникального для каждого пакета). Позволяет определять только те каналы, которые предоставляет сетевой провайдер.

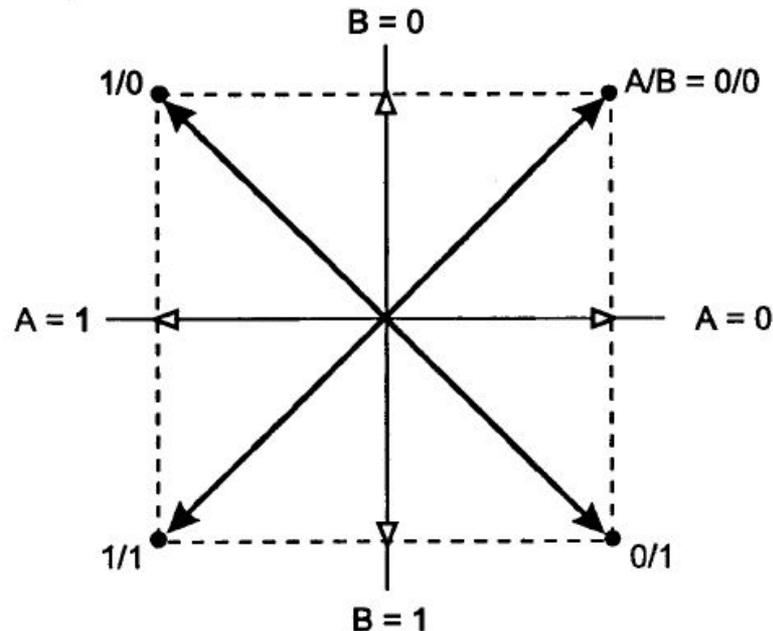


# Что такое DVB

Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

**Спутниковое телевизионное вещание DVB-S**

Консталяционная диаграмм модуляции **QPSK (4-PSK)**.





# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Наземное телевизионное вещание DVB-T**

Стандарт **DVB-T** предусматривает для передачи сигналов цифрового телевидения по стандартным каналам телевизионного вещания использованием **OFDM**.

Возможны два режима передачи:

- **8K** – число несущих **6817**
- **2K** – число несущих **1705**

Режим 8K позволяет использовать **меньшие мощности передатчиков**, но требует более производительных устройств обработки сигналов, чем режим 2K.

# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Наземное телевизионное вещание DVB-T**

Стандарт **DVB-T** предусматривает возможность иерархической модуляции – **передаваемый цифровой поток разбивается на два:**

- **Первый поток** кодируется с более высокой помехоустойчивостью и в нем передается наиболее значимая часть информации (старшие разряды аудио и видео данных)
- **Второй поток** кодируется с меньшей помехоустойчивостью

При **использовании профилей MPEG-2** имеющих масштабируемость первый поток может соответствовать базовому слою потока данных, а второй – дополнительному слою.

# Что такое DVB

---

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Наземное телевизионное вещание DVB-T**

Стандарт **DVB-T** предусматривает возможность построения одночастотной сети телевизионного вещания (Single Frequency Network – SFN). Соседние передатчики при этом могут вести вещание на одной несущей частоте, синхронно передавая одну и ту же ТВ программу, причем области сигналов перекрываются.

Использование одночастотной сети позволяет охватить на земным ТВ вещанием большую территорию, распределив по ней требуемое количество относительно маломощных передатчиков.



# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения **DVB**

### **Наземное телевизионное вещание DVB-T**

Таблица 1. Основные параметры системы DVB-T

Параметр	Режим	
	8k	2k
Число несущих	6817	1705
Длительность полезного интервала $T_u$ , мкс	896	224
Длительность защитного интервала $T_g$ , мкс	224, 112, 56, 28	56, 28, 14, 7
Интервал между несущими, Гц	1116	4464
Интервал между крайними несущими, МГц	7,61	7,61
Модуляция несущих	QPSK, 16-QAM, 64-QAM	QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Скорость внутреннего кода	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

# Что такое DVB

## Европейский стандарт цифрового телевидения DVB

### Наземное телевизионное вещание DVB-T

Таблица 2. Скорость передачи данных системой DVB-T

Модуляция	CR1	C/N, дБ (гауссов канал)	Скорость передачи данных, Мбит/с			
			Tg/Tu=1/4	Tg/Tu=1/8	Tg/Tu=1/16	Tg/Tu=1/32
QPSK	1/2	3,1	4,98	5,53	5,85	6,03
QPSK	2/3	4,9	6,64	7,37	7,81	8,04
QPSK	3/4	5,9	7,46	8,29	8,78	9,05
QPSK	5/6	6,9	8,29	9,22	9,76	10,05
QPSK	7/8	7,7	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	8,8	9,95	11,06	11,71	12,06
16-QAM	2/3	11,1	13,27	14,75	15,61	16,09
16-QAM	3/4	12,5	14,93	16,59	17,56	18,10
16-QAM	5/6	13,5	16,59	18,43	19,52	20,11
16-QAM	7/8	13,9	17,42	19,35	20,49	21,11
64-QAM	1/2	14,4	19,91	22,12	23,42	24,13
64-QAM	2/3	16,5	19,91	22,12	23,42	24,13
64-QAM	3/4	18,0	22,39	24,88	26,35	27,14
64-QAM	5/6	19,3	24,88	27,65	29,27	30,16
64-QAM	7/8	20,1	26,13	29,03	30,74	31,67



# Что такое DVB

---

## Стандарт наземного цифрового вещания **США - ATSC**

В США принят свой стандарт наземного цифрового ТВ – **ATSC** (Advanced Television Systems Committee – Комитет по усовершенствованным системам телевидения).

Для передачи по обычным радиоканалам в ATSC применяется 8-позиционная амплитудная манипуляция с частично подавленной боковой полосой, обозначаемая **8VSB**.

В системе имеется несколько ступеней помехоустойчивого кодирования. Для подавления отраженных сигналов при многолучевом приеме в приемнике используется адаптивный эквалайзер, представляющий собой фильтр с настраиваемыми коэффициентами.



# Что такое DVB

---

## Стандарт наземного цифрового вещания **США - ATSC**

В передаваемый сигнал вводятся специальные опорные импульсы, форма и положение которых точно известны. В процессе приема адаптивный эквалайзер автоматически настраивается так, чтобы параметры опорных импульсов на его выходе максимально соответствовали заданным значениям. Тем самым обеспечивается коррекция искажений, создаваемых отраженными сигналами. Так как все сигналы в радиоканале передаются в одинаковых условиях, то в результате настройки эквалайзера по опорным импульсам обеспечивается подавление отраженных составляющих и в остальном цифровом телевизионном сигнале.



# Что такое DVB

---

## Сравнение DVB-T и ATSC

Параметры передаваемых изображений в обоих стандартах – одинаковые, так как определяются стандартом MPEG-2.

По качеству звукового сопровождения стандарты то же эквивалентны, так как в DVB звук то же может кодироваться с применением стандарта AC-3.

**Основное различие** заключаются **в** применяемых **методах модуляции** и проявляется в различной устойчивости к воздействию помех.



# Что такое DVB

---

## Сравнение DVB-T и ATSC

Преимущества DVB-T перед ATSC:

- DVB-T обеспечивает реальное уменьшение мощности ТВ передатчиков в условиях городской застройки
- При использовании DVB-T прием на комнатные антенны и антенны переносных телевизоров не создает проблем, а при использовании ATSC – в большинстве случаев не возможен.
- DVB-T обладает высокой устойчивостью к помехам, создаваемым аналоговым ТВ вещанием, и может сосуществовать с ним.
- DVB-T дает возможность создания одночастотных сетей с перекрытием зон приема сигналов соседних передатчиков



# Что такое DVB

## Сравнение ATSC и DVB-T

Основные технические параметры стандартов ATSC и DVB-T.

Характеристика	ATSC	DVB-T
Алгоритмы сжатия данных	MPEG-2 (видео), Dolby 5.1 AC-3 (аудио)	MPEG-2 (видео), MPEG-2 Layer II (аудио)
Вероятность ошибки бита	$< 3 \times 10^{-6}$ (на входе декодера MPEG-2)	$< 10^{-11}$ (на входе декодера MPEG-2)
Число несущих	1	2K или 8K (K=1024)
Модуляция несущих	AM с частично подавленной боковой полосой, 8 уровней	Квадратурная AM с 4, 16 или 64 уровнями (QPSK, 16 или 64 QAM)
Помехоустойчивое кодирование	Код Рида-Соломона и код Унгербоика с фиксированной скоростью	Код Рида-Соломона и сверточный код с пятью скоростями
Пороговое отношение сигнал/шум	14,9 дБ (теория) 15,1 дБ (практика)	16,5 дБ (теория) 19,2 дБ (практика)
Скорость на выходе кодера MPEG-2	19,39 Мбит/с	5-32 Мбит/с, большая скорость требует большего отношения С/Ш
Телевидение высокой четкости (HDTV)	Главное назначение стандарта	Поддерживается
Многолучевой прием	Статический - допускает, динамический - плохо	Статический - допускает, динамический - плохо (имеет преимущество при мощных эхосигналах)

# Что такое DVB

## Сравнение **ATSC** и **DVB-T**

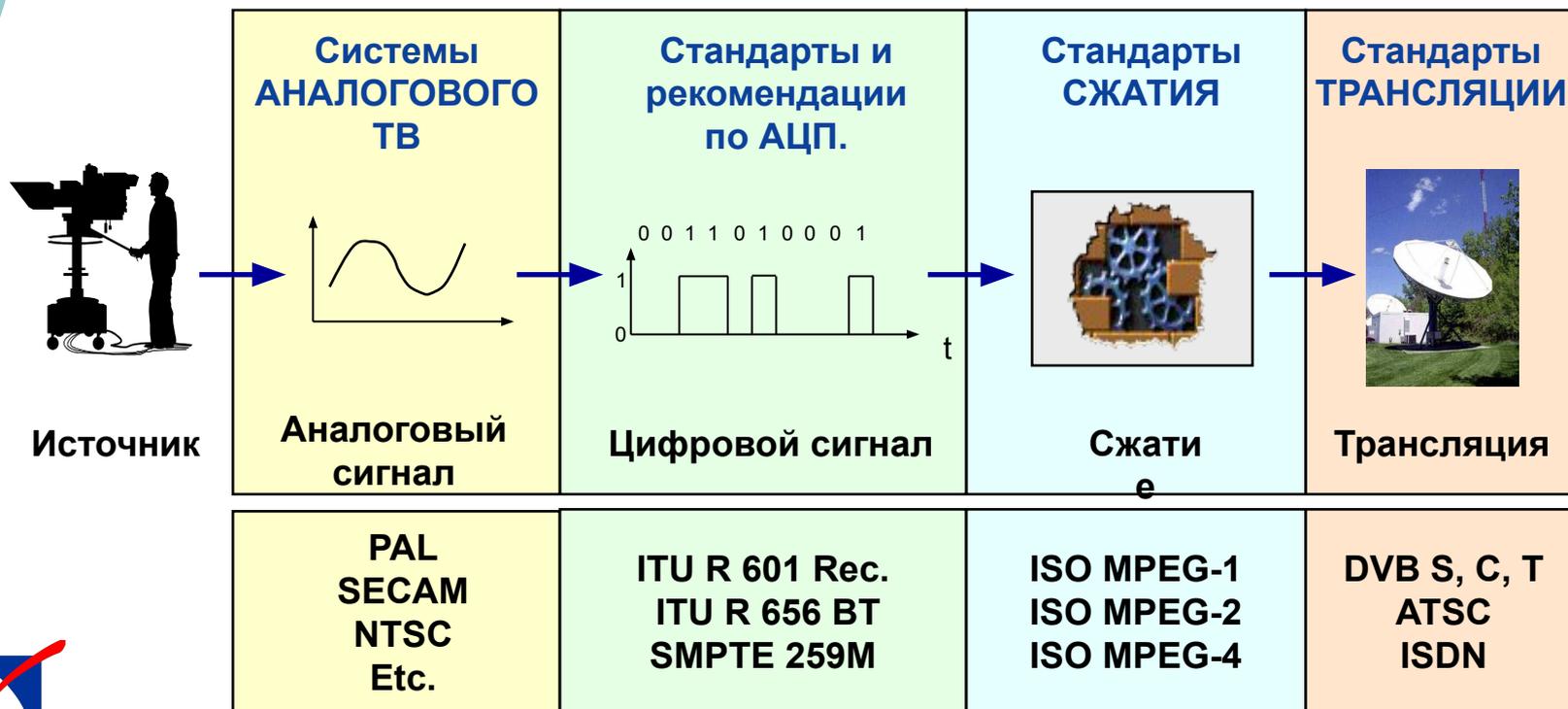
### Основные технические параметры стандартов ATSC и DVB-T (продолжение)

Прием на мобильный приемник	Не допускает (обсуждается отдельный стандарт на основе COFDM)	Только при режиме 2К с низкоскоростной модуляцией и на скорости до 120 км/час
Влияние ЦТВ на прием АТВ	Низкое	Среднее
Влияние АТВ на прием ЦТВ	Низкое	Низкое
Влияние ЦТВ на ЦТВ (совместное использование канала)	Низкое (сказывается выигрыш ATSC в 4 дБ)	Среднее
Влияние импульсных помех от бытовой техники	Низкое (наибольшее влияние в МВ- и ДМВ-диапазонах)	Среднее (наибольшее влияние в МВ- и ДМВ-диапазонах)
Прием на комнатную антенну	Затруднен (для уверенного приема возможно использование одночастотных ретрансляторов)	Затруднен при HDTV (для уверенного приема возможно использование одночастотных ретрансляторов)
Версии на 50 и 60 Гц	Поддерживаются	Поддерживаются
Работа в каналах с полосами 6,7 и 8 МГц	Поддерживаются	Поддерживаются (в полосе 6 МГц высокая чувствительность к фазовому шуму)

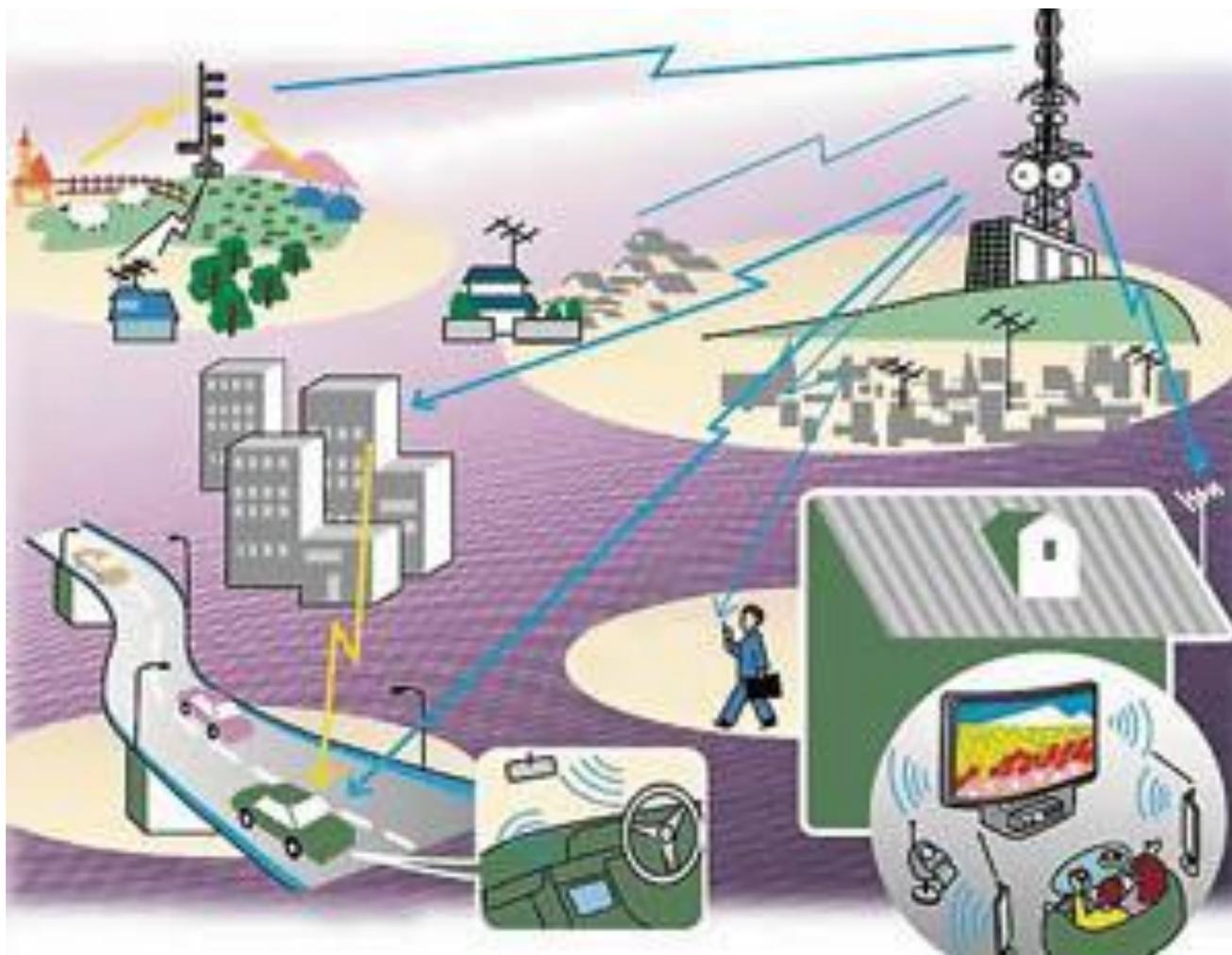


# Что такое DVB

## ТВ стандарты. В общем.



# Что такое DVB



# Что такое DVB

---

## Список литературы

- А.В. Смирнов. Основы цифрового телевидения. Москва. 2001.
- Ю.Б.Зубарев, М.И.Кривошеев, И.Н.Красносельский. Цифровое телевизионное вещание. Москва. 2001.
- В.И.Битнер, Г.Н.Попов. Нормирование качества телекоммуникационных услуг. Москва. 2004.
- А.Е.Пескин. Мировое вещательное телевидение. Стандарты и системы. Справочник. Москва. 2004.
- Н.Н.Слепов. Синхронные цифровые сети SDH. Москва. 1999.
- MPEG-1: *ISO/IEC 11172 standard family* - "Кодирование движущихся объектов звукового сопровождения для хранения медио информации в цифровом формате со скоростями до 1,5Мбит/с".
- MPEG-2: *ISO/IEC 13818 standard family* - "Общее кодирование движущихся объектов с соответствующим звуковым сопровождением.
- MPEG-4: *ISO/IEC 14496 standard family* - "Кодирование аудио визуальных объектов"

# Что такое DVB

---

Спасибо за внимание!

