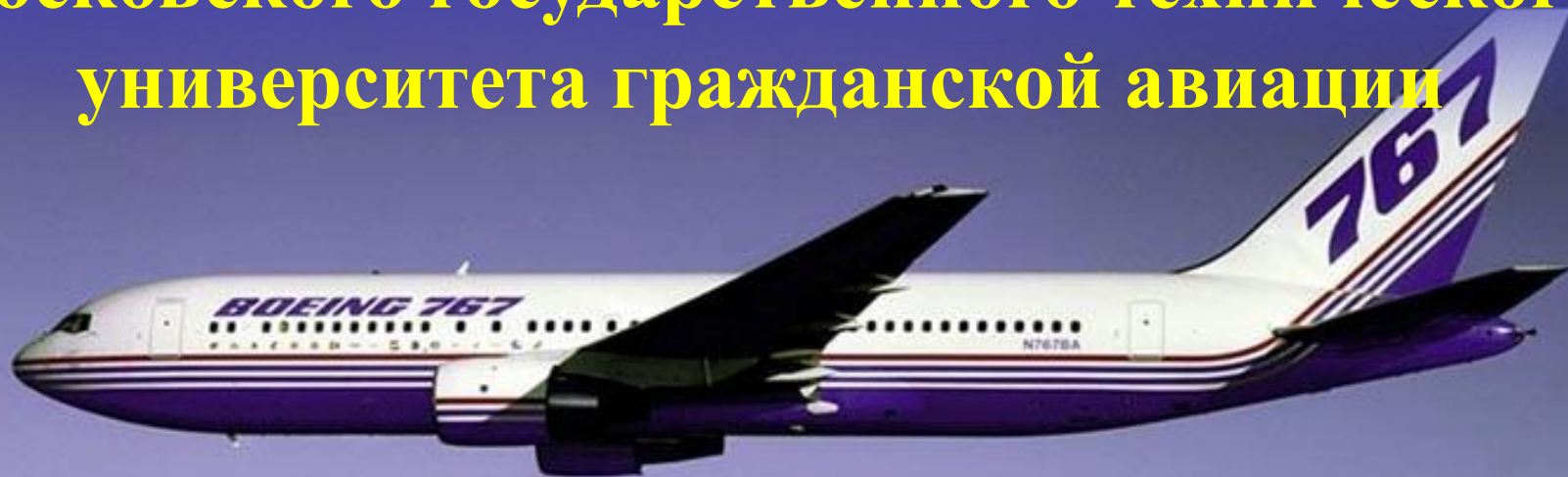


# *Иркутский филиал*

## **Московского государственного технического университета гражданской авиации**



**Экипаж - 2 чел.,  
Дальность - 10 450 км,  
Количество пассажиров – 375,  
Длина – 61,4 м,  
Высота – 15,80 м,**

***Боинг-767 – широкофюзеляжный  
средне-дальнемагистральный  
(первый полет в 1981 г., выпущено 989  
самолет (1982-по н.в.))***

**Боинг 767 —  
двухмоторный  
турбовентиляторный  
низкоплан со  
стреловидным крылом и  
однокилевым оперением  
Расход топлива — 4800 кг  
в час при максимальной  
коммерческой загрузке**

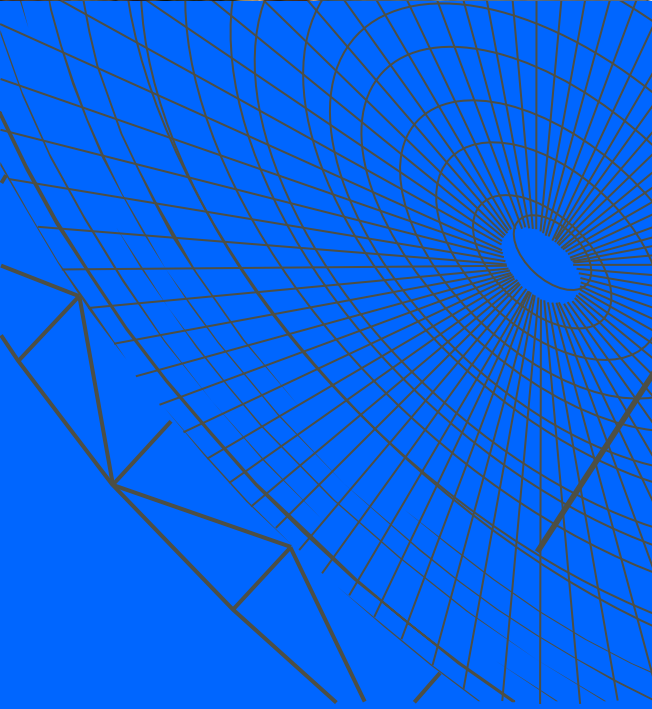


**По приблизительным  
оценкам 767 перевёз 795  
миллионов пассажиров и  
выполнил 4,8 миллионов .  
Средняя  
продолжительность  
налётов за день для всех  
выпущенных машин  
составляет 10 часов**



Применение новейших технологий позволило значительно снизить эксплуатационные расходы и в то же время достичь такого уровня комфорта для пассажиров, которого не было на то время ни в одном другом авиалайнере мира. Конструкция 767 сочетает в себе высокую эффективность использования топлива, гибкость в использовании, низкий уровень шума и современные системы авионики, включая полностью цифровую систему управления полётом.

**11 сентября 2001 года во время атаки на Всемирный торговый центр и Пентагон два Боинга-767 были захвачены террористами и направлены ими на башни ВТЦ.**



# Дисциплина

## «Устройства отображения информации»

### Тема 3. Основы цифрового телевидения.

#### Лекция 4 (2 часа)

#### Изучаемые вопросы:

- Общие сведения о цифровом телевидении.
- Дискретизация телевизионного сигнала.
- Квантование телевизионного сигнала.

---

Лектор – к.ф.м.н., доцент Кобзарь В.А.

# 4.1. Общие сведения о цифровом ТВ

**Цифровое телевидение** (от англ. *Digital Television, DTV*) — передача видео- и аудиосигнала от транслятора к телевизору, использующая цифровую модуляцию и сжатие для передачи данных. Основой современного цифрового телевидения является стандарт сжатия **MPEG**.

**MPEG** (англ. *Moving Picture Experts Group*; произносится «эмпег» — рус. *Экспертная группа по движущемуся изображению*) — группа специалистов (собирается 4 раза в год), сформированная международной организацией ISO для выработки стандартов сжатия и передачи цифровой видео и аудио информации

## Этапы развития цифрового телевидения

### 1 этап

Характеризуется использованием цифровой техники в отдельных частях ТВ систем при сохранении аналоговых каналов связи

### 2 этап

Создание гибридных аналого-цифровых ТВ систем с параметрами, отличающимися от принятых в обычных стандартах телевидения (ТВЧ\_Японии - MUSE и Европы - HD-MAC )

### 3 этап

Создание полностью цифровых телевизионных систем

Стандарты:  
DVB — Европа.  
ATSC — Америка.  
ISDB — Япония.

## Преимущества цифрового телевидения

- Повышение помехоустойчивости трактов передачи и записи телевизионных сигналов.
- Повышение качества изображения и звука ТВ приёмниках.
- Уменьшение мощности передатчиков.
- Существенное увеличение числа ТВ программ, передаваемых в том же частотном диапазоне.
- Создание ТВ систем с новыми стандартами разложения изображения (телевидение высокой чёткости).
- Расширение функциональных возможностей студийной аппаратуры.
- Передача в ТВ сигнале различной дополнительной информации.
- Создание интерактивных ТВ систем, при пользовании которыми зритель получает возможность воздействовать на передаваемую программу (например, видео по запросу).
- Функция «В начало передачи».
- Архив ТВ-передач и Запись ТВ-передач.
- Выбор языка и субтитров.

## Недостатки цифрового телевидения

- Резко ограниченная территория покрытия сигнала, внутри которой возможен приём.
- Замирания и рассыпания картинки на «квадратики» при недостаточном уровне принимаемого сигнала.

# Основные стандарты ЦТВ

## DVB

Европейский  
стандарт цифрового  
телевидения

DVB-S, DVB-S2  
(Цифровое спутниковое  
телевидение)  
DVB-T, DVB-T2  
(Цифровое эфирное  
телевидение)  
DVB-C, DVB-C2  
(Цифровое кабельное  
телевидение)  
DVB-H (Мобильное  
телевидение)  
DVB-SH  
(спутниковое/мобильное)

## ATSC

Американский  
стандарт цифрового  
телевидения

ATSC (Цифровое  
эфирное телевидение)  
ATSC-M/H  
(Мобильное  
телевидение)

## ISDB

Японский  
стандарт цифрового  
телевидения

ISDB-S (Цифровое  
спутниковое  
телевидение)  
ISDB-T (Цифровое  
эфирное телевидение)  
1seg (Мобильное  
телевидение)  
ISDB-C (Кабельное  
телевидение)



# Список стандартов цифрового телевизионного вещания

## Стандарты DVB (Европа)

DVB-S, DVB-S2 - (Цифровое спутниковое телевидение)

DVB-T, DVB-T2 - (Цифровое эфирное телевидение)

DVB-C, DVB-C2 - (Цифровое кабельное телевидение)

DVB-H (Мобильное телевидение)

DVB-SH (спутниковое/мобильное)

## Стандарты ATSC (Северная Америка/Корея)

ATSC (Цифровое эфирное телевидение)

ATSC-M/H (Мобильное телевидение)

## Стандарты ISDB (Япония/Латинская Америка)

ISDB-S (Цифровое спутниковое телевидение)

ISDB-T (Цифровое эфирное телевидение)

1seg (Мобильное телевидение)

ISDB-C (Кабельное телевидение)

SBTV-D/ISDB-Tb (Бразилия)

## Китайские стандарты цифрового телевизионного вещания

DMB-T/H (эфирное/мобильное)

ADTB-T (эфирное)

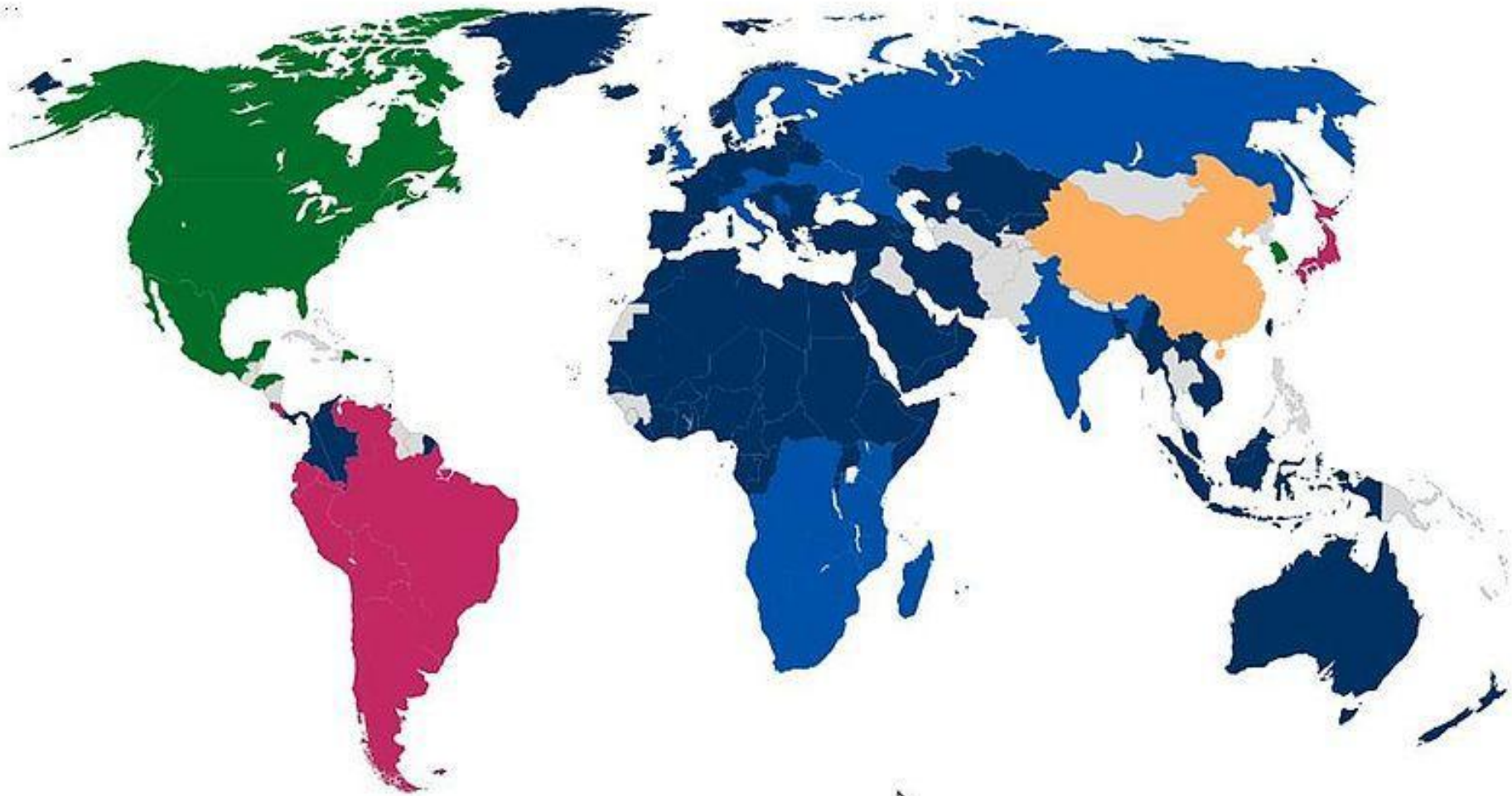
SMMB (мобильное)

DMB-T (эфирное)

## Стандарты DMB (Корейское мобильное телевидение)

T-DMB (эфирное)

S-DMB (спутниковое)



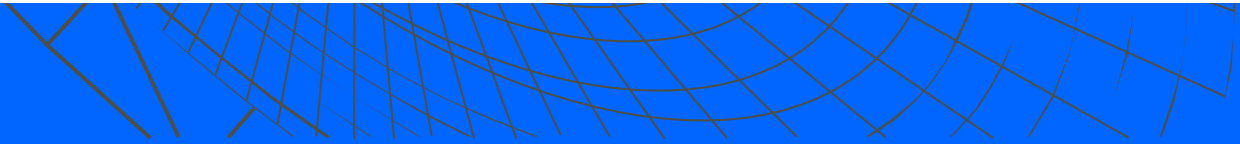
**DVB-T** ■

**DVB-T2** ■

ATSC ■

ISDB-T ■

DTMB ■



## 4.2. Цифровое телевидение в России

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 ноября 2007 г. № 1700-р принята Концепция развития телерадиовещания в Российской Федерации на 2008 - 2015 годы

Российская сеть цифрового вещания будет состоять из 20-24 бесплатных каналов, но в феврале 2010 года заработали только 8 из них. Вещание ведется в формате **DVB-T** с кодированием **MPEG-4 AVC**. В первый мультиплекс входят телеканалы «Первый канал», «Россия 1», «Россия 2», «Россия К», «Россия 24», НТВ, «Петербург—Пятый канал», «Карусель», а так же радиостанции «Радио России», «Маяк», «Вести ФМ». После 2015 года планируется запуск ещё двух мультиплексов.

Правительственная комиссия по телерадиовещанию одобрила внедрение нового стандарта цифрового вещания **DVB-T2**.

97 % всего российского рынка цифрового телевидения приходится на шесть крупнейших операторов.

Компания «ЦТВ», дочерняя компания АФК «Система», разворачивает систему мобильного вещание формата **DVB-H**.

В Москве с 2008г провайдер OnLime (Национальные кабельные сети) ведёт вещание в формате **DVB-C**, пакет из 107 каналов

№	Оператор	Абонентов
1	Триколор ТВ	7,5 млн
2	Ростелеком	700 тыс.
3	НТВ-Плюс	650 тыс.
4	Орион Экспресс	570 тыс.
5	ВымпелКом	540 тыс.
6	Акадо	502 тыс.

# О ХОДЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТЕЛЕВЕЩАНИЯ РОССИИ

## Этапы реализации ФЦП.

### 1 мультиплекс



## 4.3. Принципы формирования импульсно-кодовой модуляции

Одной из главных причин ограничений аналогового телевидения следует считать **слабую помехозащищенность** аналогового сигнала, который подвергается в каждом из многочисленных устройств телевизионного тракта воздействию шумов и других помех, накапливая их от звена к звену

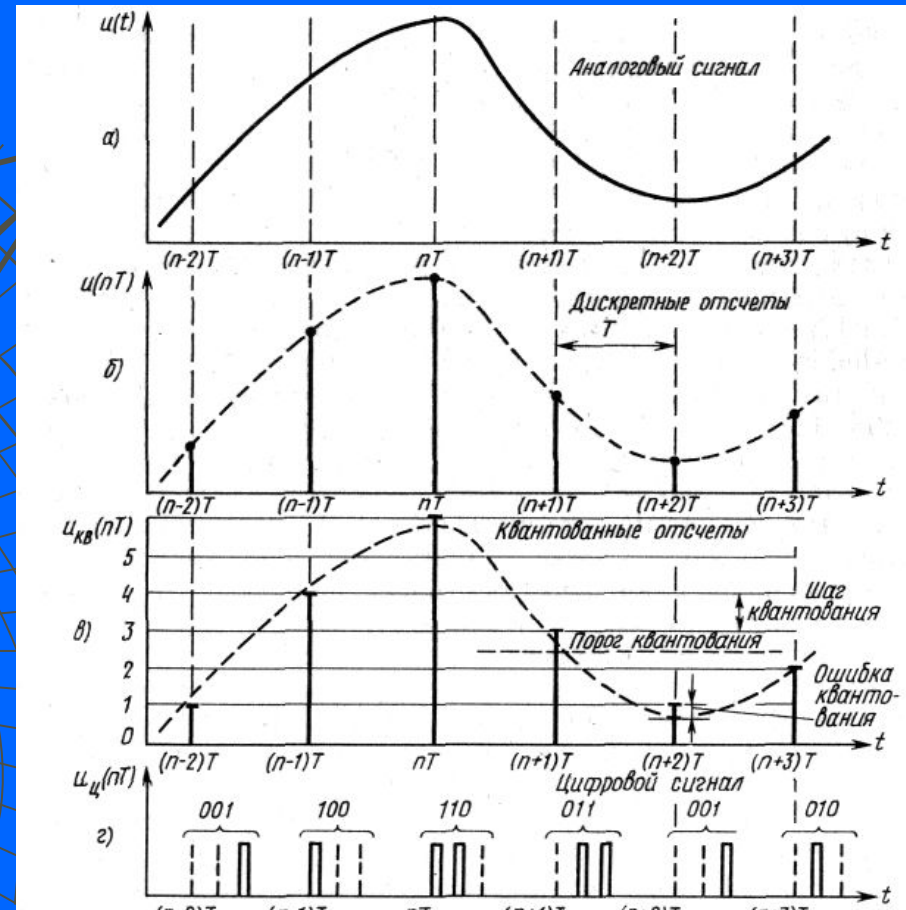
**В цифровом телевидении** операции обработки, консервации и передачи телевизионного сигнала связаны с его преобразованием в цифровую форму

**Дискретизация** - замена непрерывного аналогового ТВ сигнала  $u(t)$  последовательностью отдельных во времени отсчетов этого сигнала.

**Квантование** заключается в замене полученных после дискретизации мгновенных значений отсчетов ближайшими значениями из набора фиксированных уровней.

**Кодирование** - преобразование квантованного значения отсчета в соответствующую ему кодовую комбинацию символов.

Представление дискретных и проквантованных отсчетов ТВ сигнала в натуральном двоичном коде называют **импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ)**



**Дискретизация, квантование и кодирование видеосигнала**

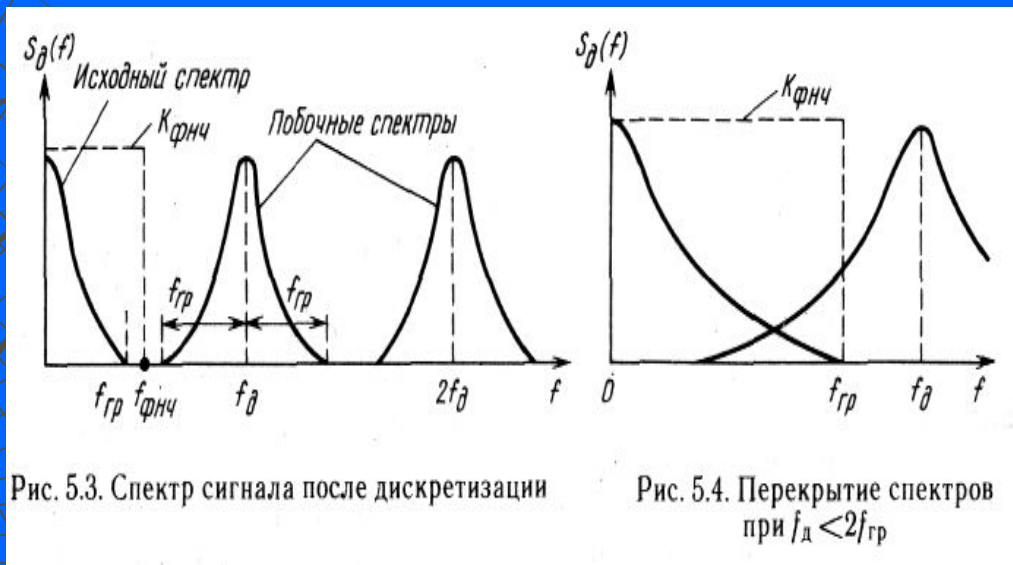
## 4.4. Дискретизация и квантование телевизионного сигнала

После преобразования Фурье где  $S(f)$  и  $S_d(f)$  — спектры исходной и дискретизированной функций

$$S_d(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} S(f - nf_d)$$

$$u(nT) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u(t)\delta(t - nT)$$

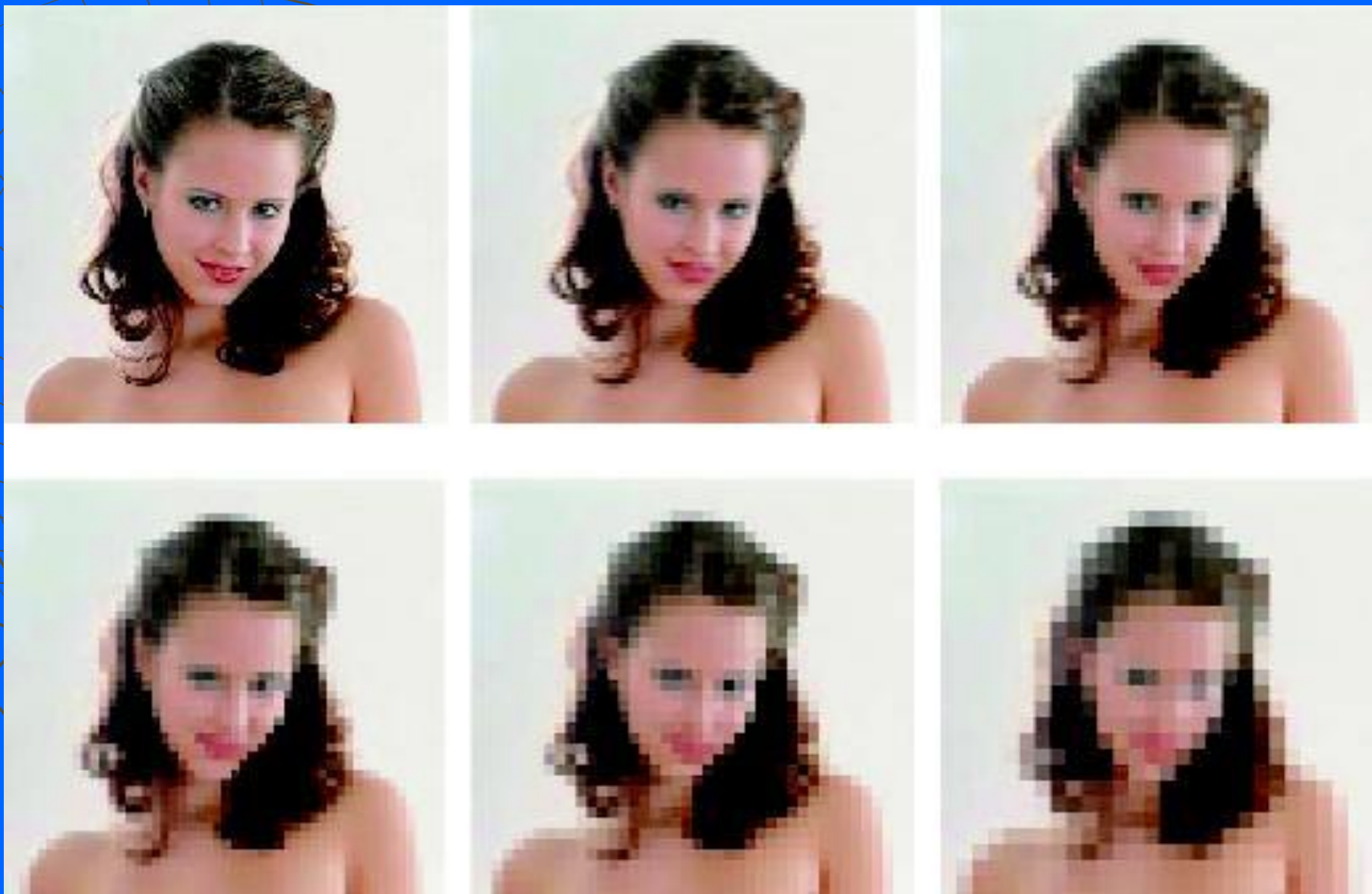
Спектр дискретизированного сигнала представляет собой сумму исходного спектра ( $n=0$ ) и "побочных" или дополнительных спектров того же вида, но сдвинутых один относительно другого на  $f_d$ ,  $2f_d$  и т. д. С помощью идеального фильтра нижних частот (ФНЧ) с частотой среза  $f_{ФНЧ}$  можно выделить спектр исходного сигнала, если выполняются два условия



$$f_d \geq 2f_{гр} \text{ и } f_{гр} \leq f_{ФНЧ} \leq f_d - f_{гр}$$

Теорема Котельникова

## 4.4.2. Влияние шага дискретизации на качество изображения



### 4.4.3. Квантование и качество изображения

Квантование изображения – определение ближайшего «разрешенного» значения яркости, соответствующее по величине уровню квантования.

Количество уровней квантования выбирается как компромисс между качеством изображения и возможностью сократить цифровой поток (прикладные задачи – 256 уровней, современное вещательное телевидение - более 1024).

Шкалой квантования называют закон распределения величины шага квантования по значениям амплитуды квантуемого сигнала (например, яркости элементов изображения).

Операция квантования обязательно предполагает появление ошибки

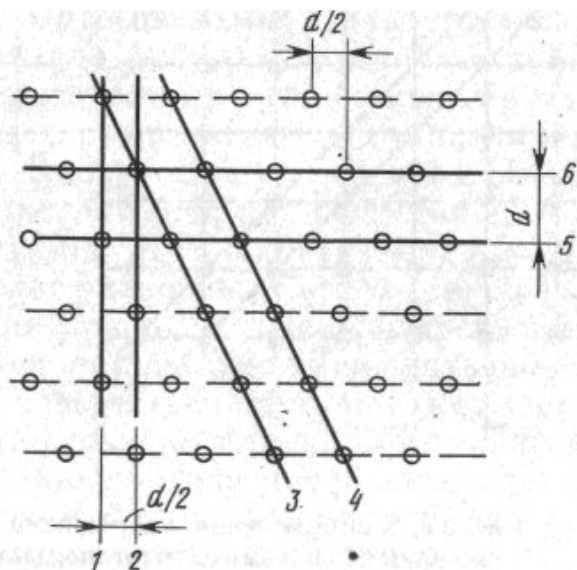
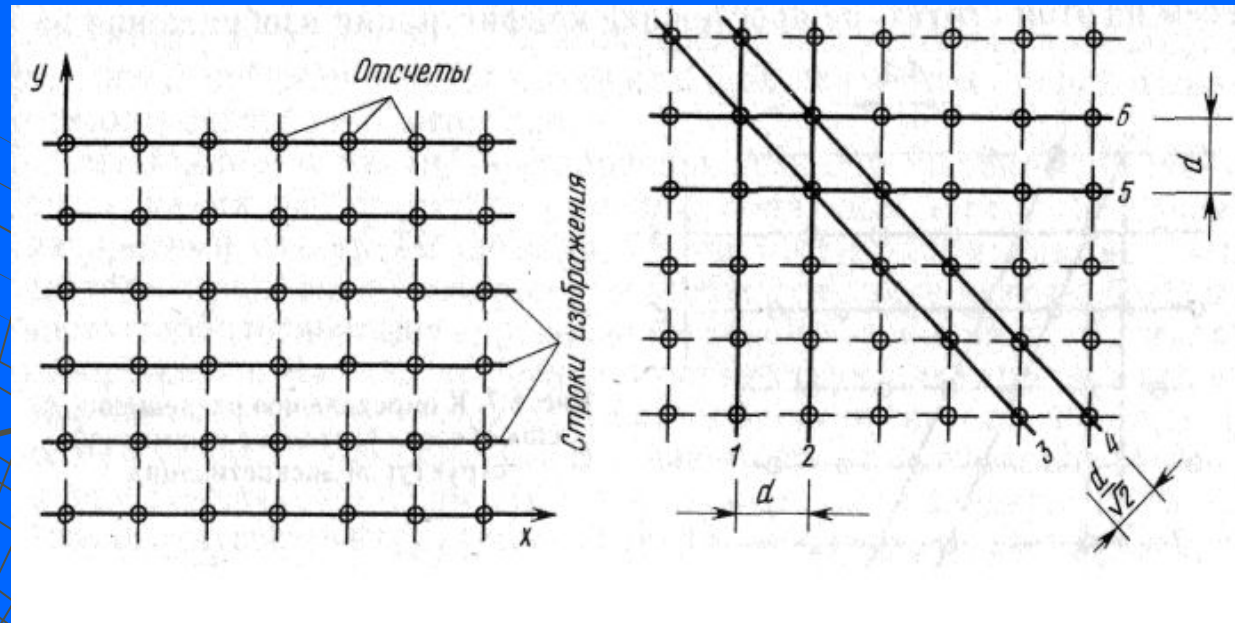
квантования между истинным значением сигнала  $u(t)$  и его квантованным приближением  $U_{кв}(nT)$ , что приводит к шумам квантования (ложные контуры). При числе уровней квантования превышающем 100...200 (шум квантования не превышает 0,5... 1% размаха сигнала) ложные контуры не воспринимаются на изображении.





## 4.5. Пространственная дискретизация

Если частоту отсчетов в сигнале выбрать кратной частоте строк, то на изображении будет образована ортогональная структура дискретизации, в которой отсчеты располагаются в узлах прямоугольной решетки



Если расположить отсчеты в соседних строках так, чтобы они были смещены друг относительно друга на половину шага дискретизации (половину размера одного элемента изображения)  $d/2$ , то будет образована шахматная структура отсчетов.

Она позволяет без существенного ущерба качеству изображения снизить минимально допустимую частоту дискретизации с 12 МГц (при ортогональной структуре) до 8...8,5 МГц и соответственно пропорционально уменьшить цифровой поток ТВ сигнала

## ***Выводы:***

1. Цифровые ТВС обладают большей помехозащищенностью в сравнении с аналоговыми.
2. Объем передаваемой информации о изображении после дискретизации, квантования и кодирования требует дополнительного уплотнения (видеокомпрессии).

# Задание на самостоятельную работу

*Прочитав конспект лекций ответить на следующие вопросы:*

1. Какие основные достоинства цифровых систем телевидения в сравнении с аналоговыми Вы знаете?
2. Что называют дискретизацией ТВ сигнала и как она осуществляется? Каково условие выбора частоты дискретизации (теорема Котельникова). Приведите графический пример дискретизации.
3. Что называют квантованием ТВ сигнала и как оно осуществляется? Сколько уровней квантования необходимо для качественной передачи ТВ сигнала. Приведите графический пример квантования.
4. Как производится кодирование ТВ сигнала и какое количество разрядов при этом требуется?
5. Почему скорость передачи цифровой информации превышает в цифровом ТВ - 200 Мбит/сек?
6. В чем причины статистической и физиологической избыточности ТВ изображения?
7. Какой вид имеет обобщенная структурная схема цифрового телевидения?
8. Какой вид имеет спектр ТВ сигнала после дискретизации и каково условие восстановления спектра без искажений?
9. Какой вид имеет ортогональная и шахматная структура дискретизации? В чем преимущество шахматной дискретизации перед ортогональной?

**[1] – Телевидение/под. Ред. В.И. Джакония. М.: Высшая школа, 2007, с. 62-82**