

**Лекция 14**

**Радиоканал**

**телевизионного приемника**

# Рассматриваемые вопросы

- 1 Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника
- 2 Разделение сигналов изображения и звука

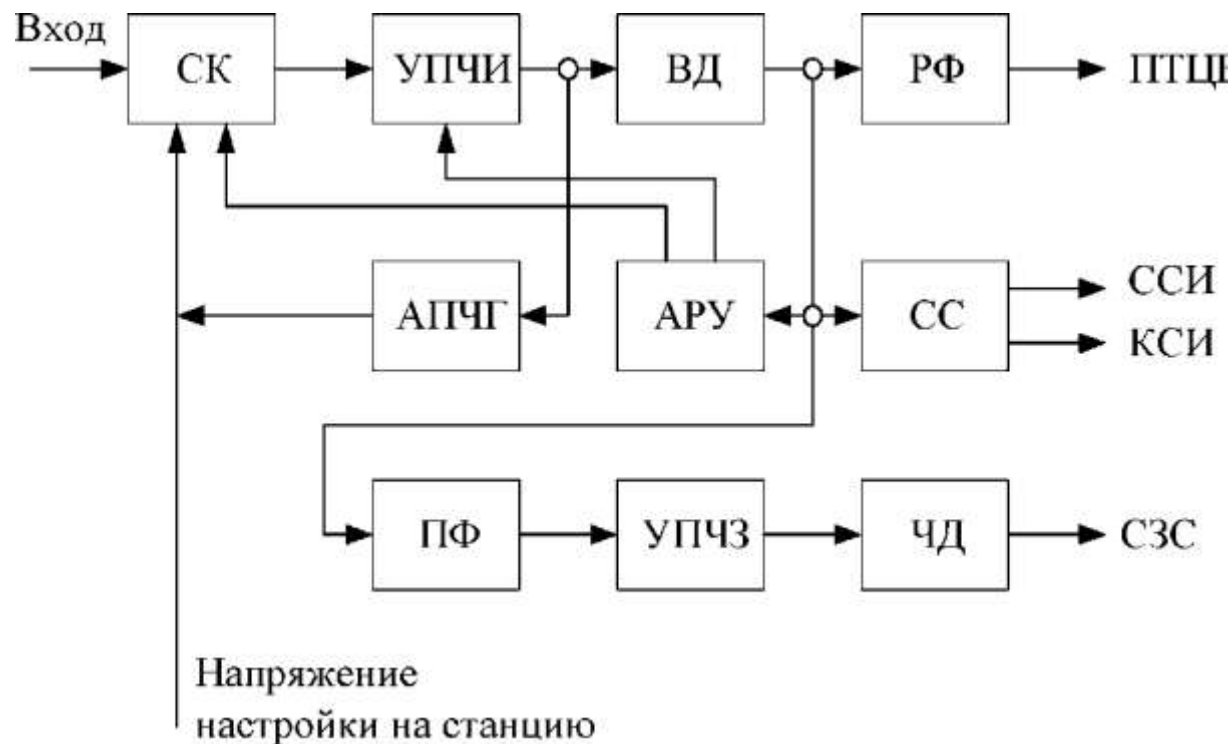
# 1 Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника

**Радиоканал телевизионного приемника обеспечивает следующие функции:**

- настройку на выбранную программу;
- выделение полезного сигнала из смеси сигналов и помех;
- усиление сигнала;
- разделение сигналов изображения и звукового сопровождения;
- детектирование сигналов изображения и звукового сопровождения;
- выделение строчных и кадровых синхронизирующих импульсов; автоматическую регулировку усиления; автоматическую подстройку частоты гетеродина.

# Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника

## Функциональная схема радиоканала вещательного телевизионного приемника



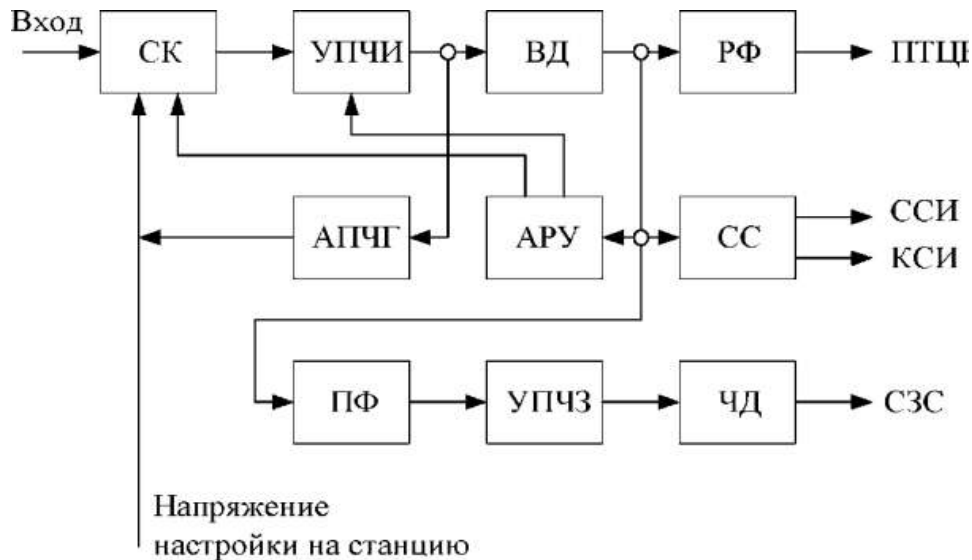
СК - селектор каналов;  
УПЧИ - усилитель промежуточной частоты изображения; ВД - видеодетектор; РФ - режектонный фильтр; АПЧГ - автоматическая подстройка частоты гетеродина; АРУ - автоматическая регулировка усиления; ПФ - полосовой фильтр;

УПЧЗ - усилитель промежуточной частоты звукового сопровождения; ЧД - частотный детектор; СС - селектор синхроимпульсов; ПЦТВ - полный цветовой телевизионный видеосигнал; ССИ - строчные синхроимпульсы; КСИ - кадровые синхроимпульсы; СЗС - сигнал звукового сопровождения

## Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника

Сигнал от приемной антенны поступает на вход *селектора каналов (СК) (тюнера)*, который обеспечивает настройку приемника на выбранный канал, усиление сигнала и его преобразование на промежуточную частоту.

Сигналы промежуточных частот изображения и звукового сопровождения усиливаются в *усилителе промежуточных частот изображения (УПЧИ)* и поступают на *видеодетектор (ВД)*.



Схема, в которой сигналы промежуточных частот изображения и звукового сопровождения усиливаются в общем УПЧИ, называется *одноканальной*.

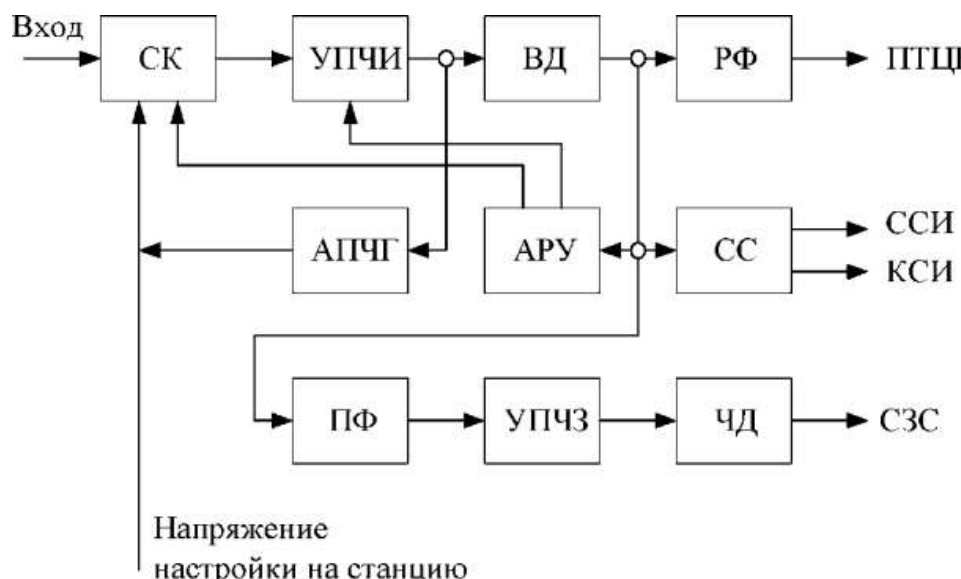
# Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника

Видеодетектор преобразует радиосигнал промежуточной частоты изображения в полный цветовой телевизионный видеосигнал и преобразует радиосигнал промежуточной частоты звукового сопровождения в радиосигнал второй промежуточной частоты звукового сопровождения.

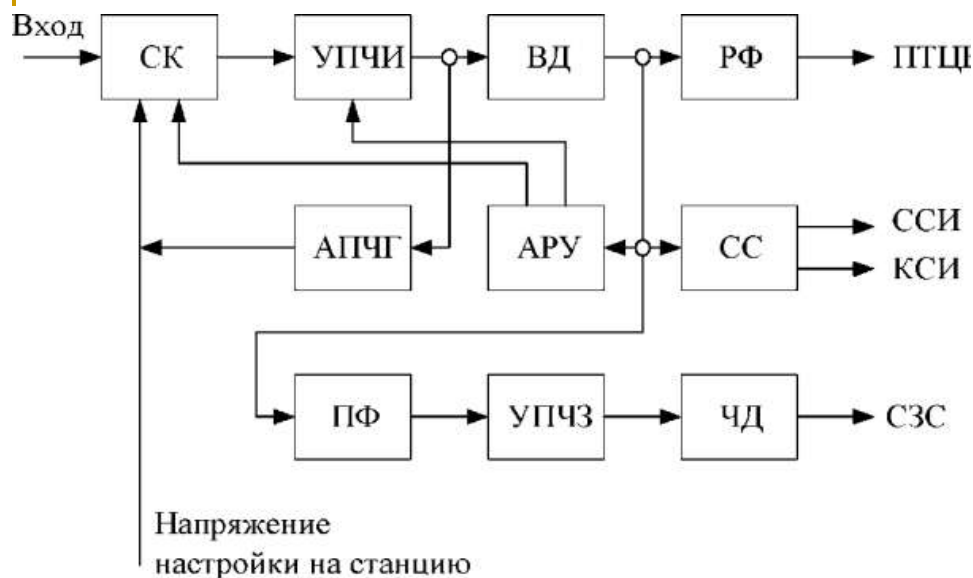
После видеодетектора сигналы изображения и звукового сопровождения разделяются частотными фильтрами.

*Режекторный фильтр (РФ)* настраивается на значение второй промежуточной частоты сигнала звукового сопровождения и не пропускает этот сигнал в видеоканал телевизора.

Таким образом, после режекторного фильтра выделяется полный цветовой телевизионный сигнал ПЦТВ.



# Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника



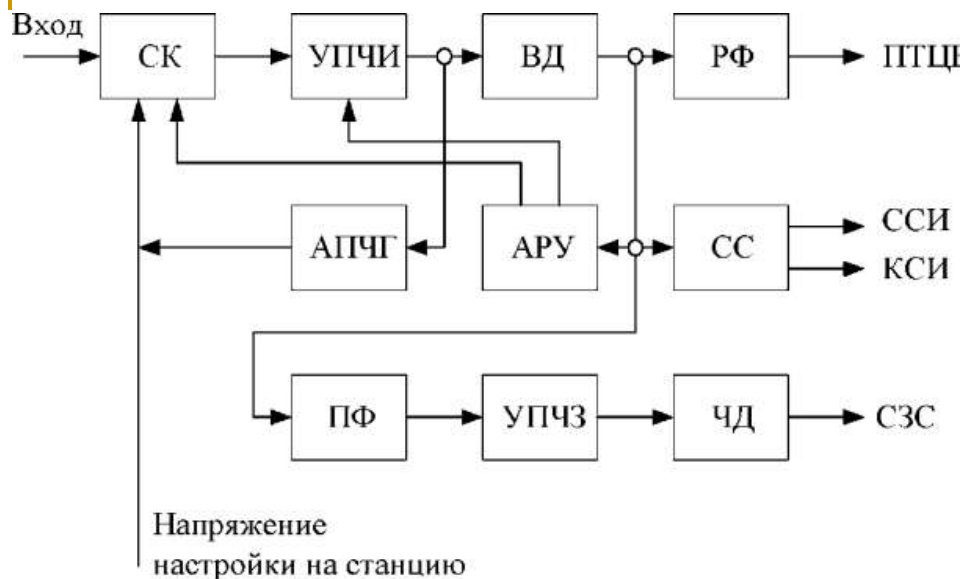
*Полосовой фильтр* (ПФ) также настраивается на вторую промежуточную частоту сигнала звукового сопровождения, но, в отличие от РФ, пропускает этот сигнал для дальнейшего усиления в усилителе промежуточной частоты звукового

сопровождения (УПЧЗ). Видеосигнал на вход УПЧЗ не проходит. С выхода УПЧЗ напряжение второй промежуточной частоты звукового сопровождения поступает на *частотный детектор* (ЧД).

На выходе частотного детектора образуется сигнал звуковых частот - сигнал звукового сопровождения (СЗС).

В дальнейшем этот сигнал усиливается в *звуковом канале* телевизора и воспроизводится громкоговорителем.

# Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника



Сигнал на выходе видеодетектора содержит строчные и кадровые синхроимпульсы (ССИ и КСИ), необходимые для синхронизации устройств строчной и кадровой разверток телевизора. Эти импульсы выделяются

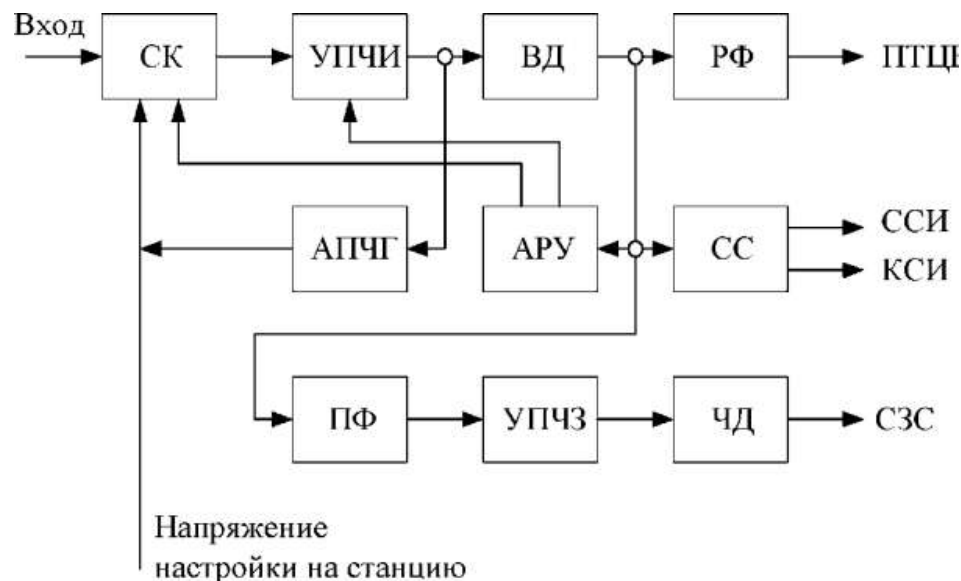
*селектором синхроимпульсов СС. Для выделения импульсов используется амплитудный селектор, который пропускает на выход только импульсы, превышающие порог ограничения.*

Значение порога ограничения выбирается выше уровня гасящих импульсов. Выделенные амплитудным селектором строчные и кадровые синхроимпульсы поступают далее на схему разделения импульсов по длительности.



# Функциональная схема радиоканала ТВ-приемника

Короткие ССИ выделяются дифференцирующей цепочкой, более длинные КСИ - интегрирующей цепочкой.



Далее импульсы поступают на схемы синхронизации строчной и кадровой разверток.

Важную роль в работе радиоканала играют две системы автоматического управления:

*система автоматической регулировки усиления (АРУ) и система автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ).*

Система АРУ поддерживает стабильный уровень выходных сигналов радиоканала при значительных изменениях уровня входного сигнала радиоканала.



## 2 Разделение сигналов изображения и звука

Отличительной особенностью телевизионного приемника является наличие во входном сигнале одного частотного канала двух сигналов: изображения и звукового сопровождения. Эти два вида информации передаются на разных несущих частотах. Разность несущих частот изображения и звука постоянна в любом телевизионном стандарте:

- в стандартах ***D/K*** – 6,5 МГц,
- в стандартах ***B/G*** – 5,5 МГц,
- в стандарте ***M*** – 4,5 МГц.

Частотные спектры сигналов изображения и звукового сопровождения не перекрываются, поэтому сигналы могут быть разделены в приемнике методами частотной фильтрации в:

- **одноканальной** (последовательной) схеме;
- **двухканальной** (параллельной) схеме;
- **квазипараллельной** схеме;
- **комбинированной** схеме.

## Одноканальная схема



- видеодетектор является одновременно вторым преобразователем частоты сигналов звукового сопровождения, в качестве опорного сигнала

- сигнал звукового сопровождения на второй промежуточной частоте (после видеодетектора) выделяется полосовым фильтром и дополнительно усиливается усилителем промежуточной частоты звукового сопровождения УПЧЗ;

12

## Разделение сигналов изображения и звука

Достоинством **одноканальной** схемы является высокая стабильность значения второй промежуточной частоты, которая образуется как разность несущих частот изображения и звукового сопровождения, задаваемых на телецентре с очень высокой точностью.

В стандартах **D/K** значение второй промежуточной частоты равно точно **6,5 МГц** и это значение не меняется при неточной настройке телевизора, так как при этом значения частот несущих изображения и звука после селектора каналов приобретают одинаковое отклонение, но разность этих частот, определяющая вторую промежуточную частоту, сохраняется постоянной.

## Разделение сигналов изображения и звука

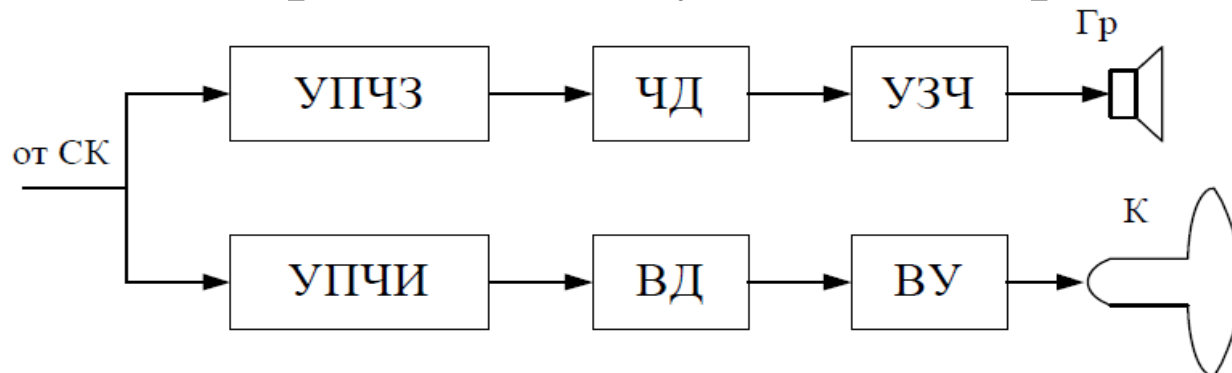
Кроме того, значение второй промежуточной частоты звукового сопровождения оказывается значительно меньше, чем первой. Это улучшает стабильность настройки узкополосного УПЧЗ и частотного детектора.

Благодаря этим двум причинам обеспечивается высокое качество детектирования сигнала звукового сопровождения и, в конечном счете, высокое качество звука.

Недостатком **одноканальной** схемы является повышенная возможность взаимного проникновения сигналов изображения и звука не в свои каналы. В связи с этим возможно, например, искажение звука при появлении титров на изображении. Использование схемных решений (формирование специальной АЧХ УПЧИ) позволяет свести недостатки одноканальной схемы к минимуму.

# Разделение сигналов изображения и звука

Функциональная схема **двухканального** разделения сигналов изображения и звукового сопровождения



УПЧЗ - усилитель промежуточной частоты звукового сопровождения;

ЧД - частотный детектор;

УЗЧ - усилитель звуковых частот;

ВД - видеодетектор;

ВУ - видеоусилитель;

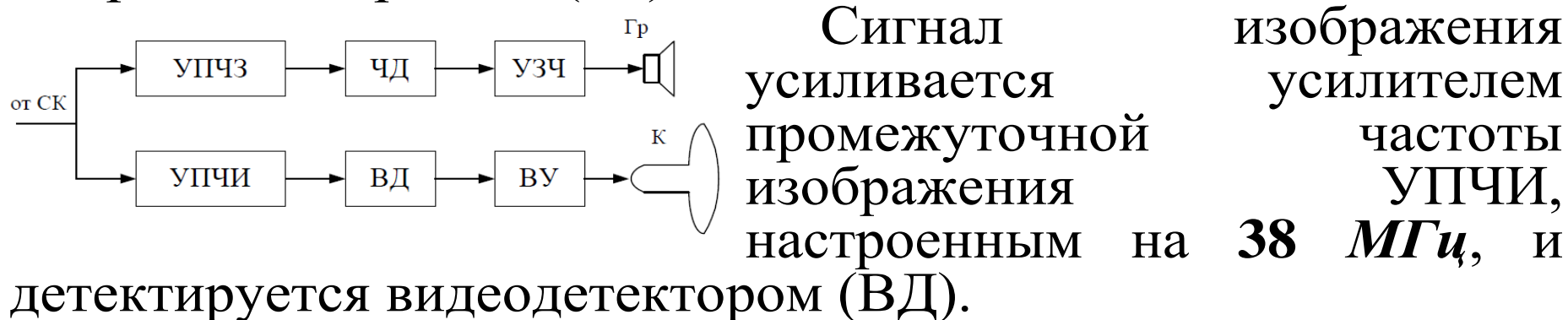
ГР - громкоговоритель;

К - кинескоп

## Разделение сигналов изображения и звука

В двухканальной схеме разделение сигналов изображения и звукового сопровождения происходит сразу после первого преобразования частот в селекторе каналов.

Сигнал звукового сопровождения усиливается усилителем промежуточной частоты звукового сопровождения УПЧЗ, настроенным на **31,5 МГц** (рос-сийский стандарт). После этого он детектируется частотным детектором (ЧД). Полученный сигнал звуковых частот усиливается усилителем звуковых частот (УЗЧ) и подаётся на громкоговоритель (ГР).



Полученный видеосигнал усиливается видеоусилителем (ВУ) и подается на кинескоп.



## Разделение сигналов изображения и звука

К достоинствам **двухканальной** схемы относятся:

- практически полное подавление несущей звука в канале изображения;
- практически полное подавление несущей изображения в канале звукового сопровождения.

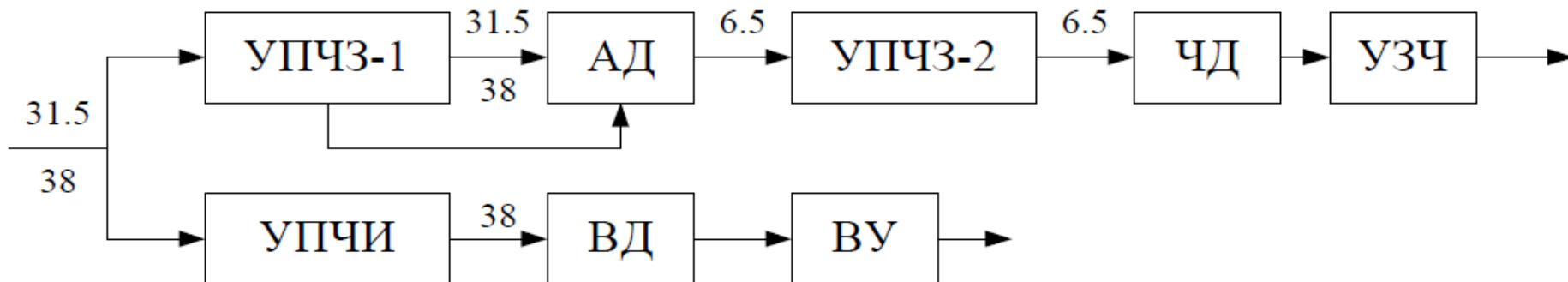
К недостаткам **двухканальной** схемы относятся:

- нестабильность промежуточной частоты звукового сопровождения;
- нестабильность частоты настройки частотного детектора.

Взаимная расстройка этих частот может привести к сильному гудению в канале звука, которое устраняется только подстройкой опорного контура частотного детектора. Кроме того, схема более критична к неточной настройке на станцию. Схема использовалась в отечественных телевизорах до 1956 г.

# Разделение сигналов изображения и звука

Функциональная схема **квазипараллельного** разделения сигналов изображения и звукового сопровождения



УПЧЗ - усилитель промежуточной частоты звукового сопровождения;

АД - амплитудный детектор;

ЧД - частотный детектор;

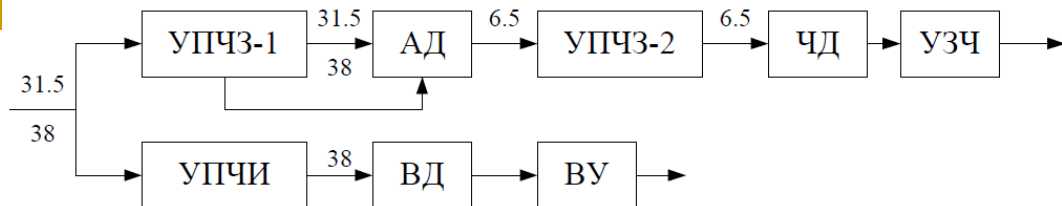
УЗЧ - усилитель звуковых частот;

УПЧИ - усилитель промежуточной частоты изображения;

ВД - видеодетектор;

ВУ - видеоусилитель

## Разделение сигналов изображения и звука



В последние годы  
используется  
**квазипараллельная**

схема усиления изображения и звукового сопровождения, позволяющая сохранить достоинства одноканальной и двухканальной схем и устранить их недостатки.

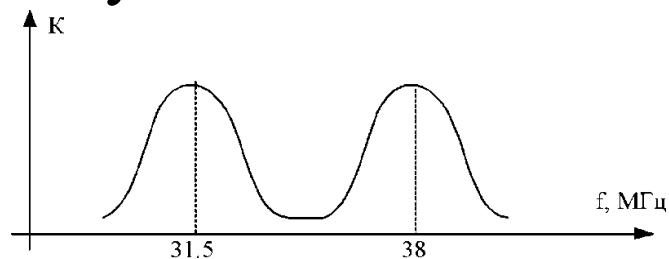
Усилитель промежуточной частоты изображения (УПЧИ) выделяет сигнал изображения с промежуточной частотой **38 МГц** и практически полностью подавляет сигнал звукового сопровождения. Видеодетектор (ВД) выделяет видеосигнал, который далее усиливается видеоусилителем (ВУ).

В submodule звука усилителем промежуточной частоты УПЧЗ-1 выделяются частотно-модулированный сигнал звукового сопровождения (с несущей частотой **31,5 МГц**) и несущая сигнала изображения с частотой **38 МГц**.

## Разделение сигналов изображения и звука

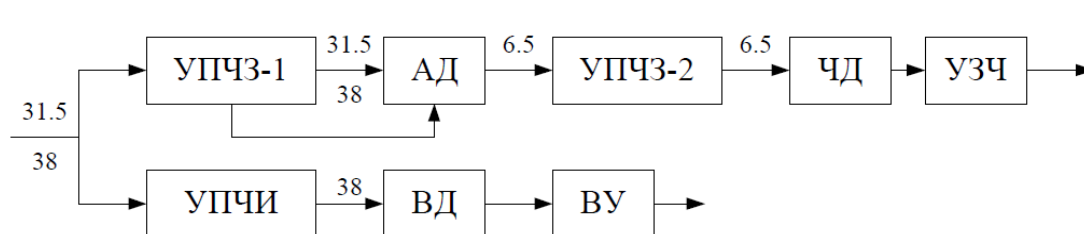
С целью выделения обоих сигналов, УПЗЧ-1 выполняется по схеме, обеспечивающей двугорбую АЧХ.

С выходов УПЧЗ-1 сигнал звукового сопровождения и несущая подаются на амплитудный детектор (АД), который выделяет разностный сигнал второй промежуточной частоты звукового сопровождения ( $38 - 31,5 = 6,5$  МГц).



Выделенный сигнал усиливается в УПЧЗ-2 и детектируется частотным детектором (ЧД).

Схема обеспечивает хорошее разделение сигналов изображения и звукового сопровождения, стабильность

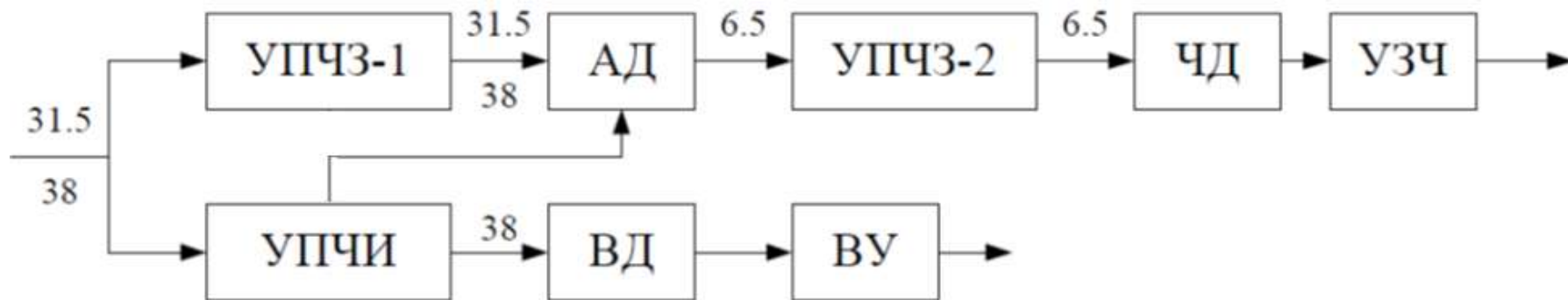


характеристик и малокритична к неточной настройке на станцию.

## Разделение сигналов изображения и звука

Аналогичными свойствами обладает ещё одна употребительная схема разделения каналов - **комбинированная схема**. Она отличается от **квазипараллельной** схемы, тем, что подача опорного колебания с частотой **38 МГц** на амплитудный детектор (АД) производится не с УПЧЗ-1, а с УПЧИ.

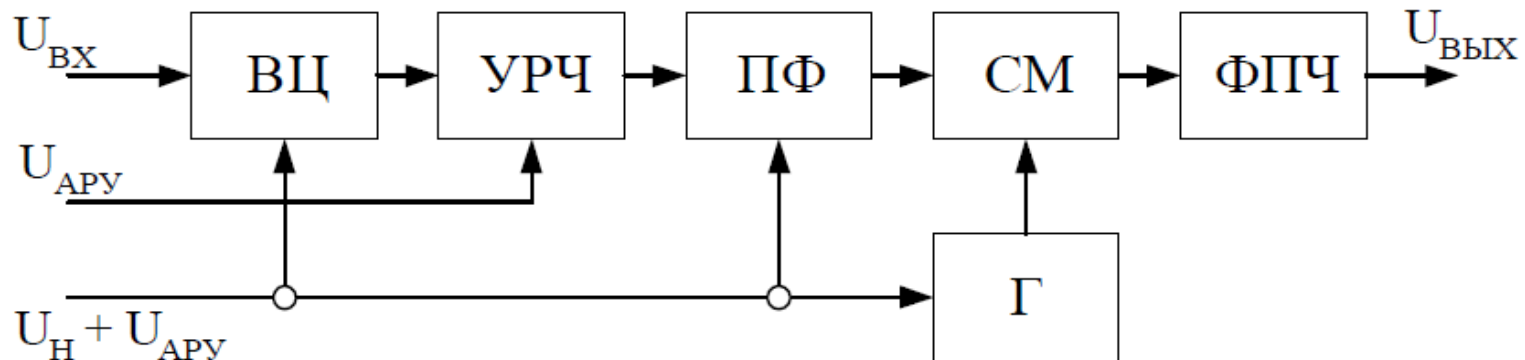
Функциональная схема **комбинированного** разделения сигналов изображения и звукового сопровождения



### 3 Селектор телевизионных каналов

**Селектор телевизионных каналов (тюнер)** предназначен для настройки телевизора на выбранный телевизионный канал, усиления сигнала и его преобразования на промежуточные частоты изображения и звукового сопровождения.

Функциональная схема селектора телевизионных каналов



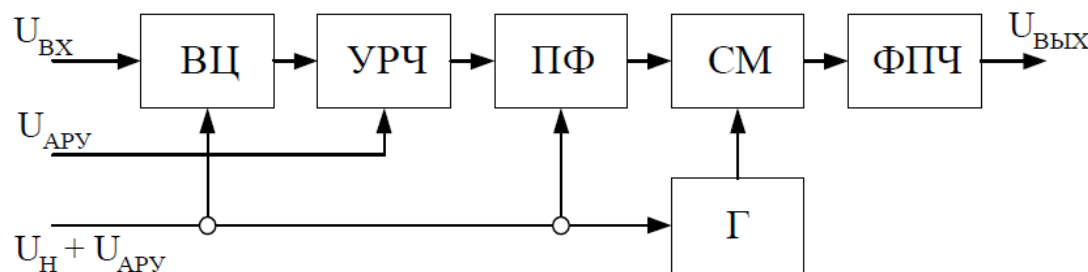
ВЦ - входная цепь; УРЧ - усилитель радиочастоты;  
ПФ - полосовой фильтр; СМ - смеситель; Г - гетеродин;  
ФПЧ - фильтр промежуточных частот

## Селектор телевизионных каналов

Входной сигнал  $U_{BX}$  поступает на входную цепь (ВЦ), и далее на усилитель радиочастоты (УРЧ), в нагрузку которого включен полосовой фильтр. Эти каскады настраиваются на частоту принимаемого сигнала и осуществляют предварительную селекцию.

После преселектора сигнал поступает на преобразователь частоты, состоящий из смесителя (СМ), гетеродина - Г и фильтра промежуточных частот (ФПЧ).

Преобразователь частоты осуществляет перенос спектра частот сигналов изображения и звукового сопровождения выбранного телевизионного канала в область



промежуточных частот изображения и звукового сопровождения.

## Селектор телевизионных каналов

При этом значения промежуточных частот выбираются одинаковыми для всех телевизионных каналов, что требует перестройки частоты гетеродина при смене канала.

Частота гетеродина выбирается выше спектра частот входного сигнала.

Составляющие спектра преобразуются в соответствии с равенством:

$$f_{\Pi} = f_{\Gamma} - f_{C/}$$

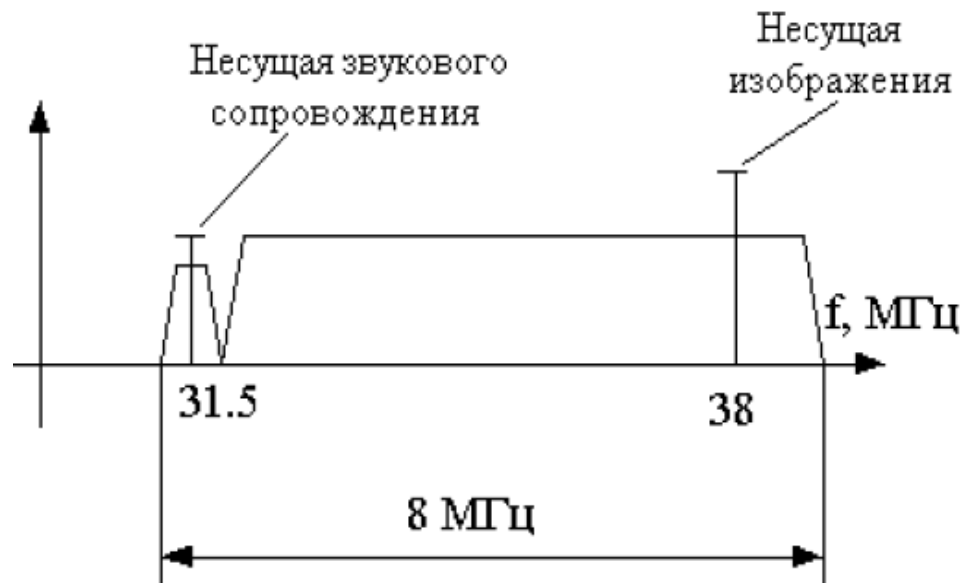
Поэтому верхние составляющие спектра сигнала после преобразования частоты оказываются в нижней части спектра промежуточных частот, а нижние - в верхней (инверсия спектра частот).



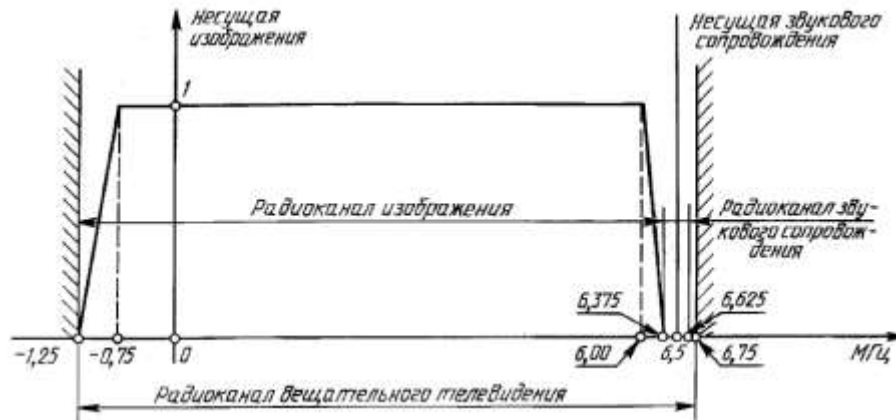
## Селектор телевизионных каналов

Соответственно меняется расположение несущих изображения и звукового сопровождения: после преобразования частоты несущая сигнала звукового сопровождения оказывается ниже несущей сигнала изображения.

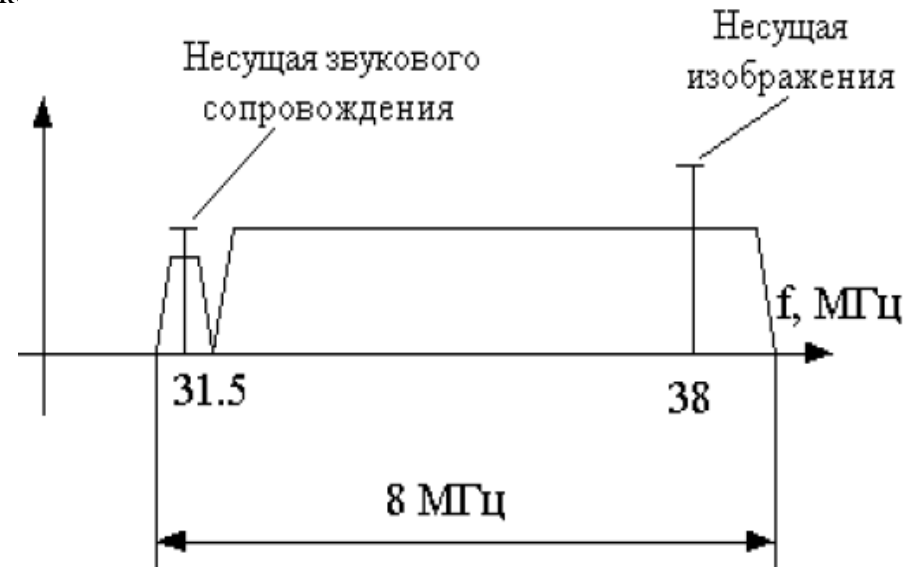
Спектр ТВ сигнала после преобразования частоты выглядит следующим образом:



# Селектор телевизионных каналов



Радиоканал вещательного телевидения и номинальная характеристика боковых полос канала изображения телевизионного радиопередатчика



## Селектор телевизионных каналов

Преобразование частоты не изменяет законов модуляции сигналов изображения и звукового сопровождения: так же, как и в исходном радиочастотном сигнале, изображение передается с помощью амплитудной модуляции (для верхних составляющих спектра сигнала изображения - однополосной), а звуковое сопровождение с помощью частотной модуляции.

Напряжение настройки  $U_n$  совместно с управляющим напряжением системы АПЧГ подается на варикапы контуров входной цепи, полосового фильтра и гетеродина. Эти напряжения обеспечивают настройку на выбранный канал и стабильность настройки при изменении внешних условий.

Напряжение АРУ подается на УРЧ, уменьшая его коэффициент усиления при увеличении уровня входного сигнала для избегания перегрузки последующих каскадов.

---

# Литература

**В. И. Лузин и др.**

Основы телевизионной техники: Учеб. пособие. — М.: СОЛОН-Пресс, 2009. — 432 с.: ил. — (Серия «Библиотека студента»).