

Групповое занятие
по учебной дисциплине

СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ

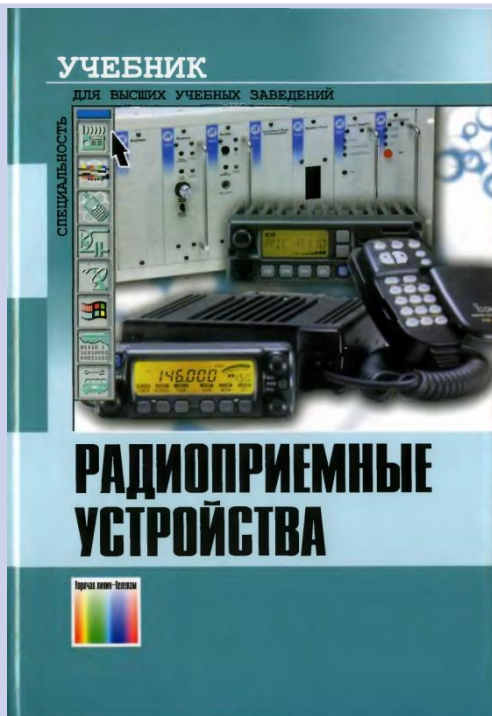
- ТЕМА 3:
ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОПРИЁМНИКОВ
- ЗАНЯТИЕ 7:
Частные тракты приема непрерывных
сигналов

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

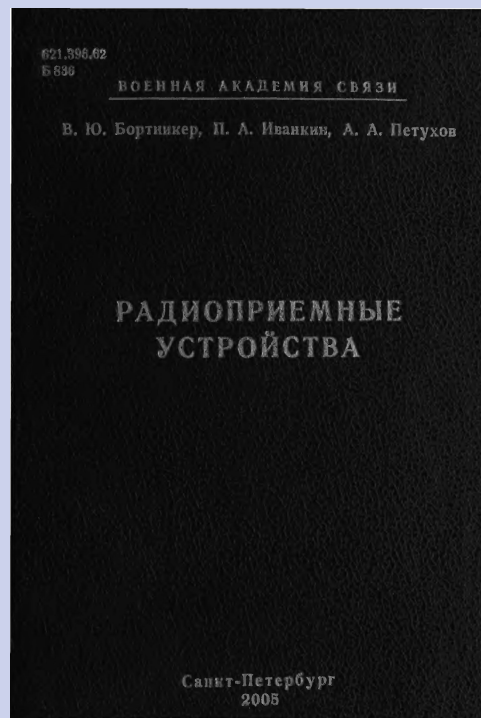
1. Общие принципы построения частных трактов приема.
2. Частные тракты приема сигналов угловой модуляции.
3. Частные тракты приема сигналов однополосной радиопередачи.

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

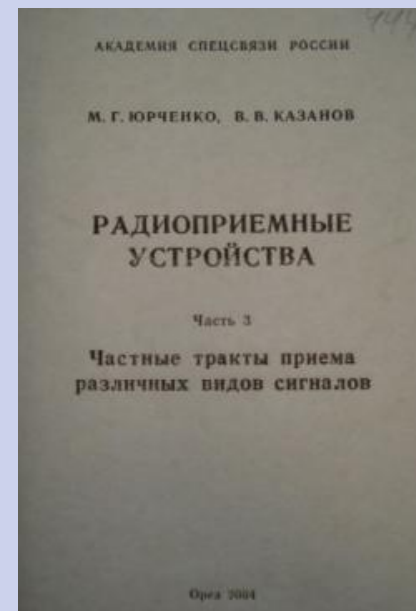
ОСНОВНАЯ



Радиоприёмные устройства: Учебник для ВУЗов/ Н.Н.Фомин, Н.Н.Буга и др. Под ред. Н.Н.Фомина . - М.: Горячая линия - Телеком, 2007, стр. 472 ... 478.



Радиоприёмные устройства: Учебник/ **В.Ю. Бортникер, П.А. Иванкин, А.А. Петухов.** – СПб: ВАС, 2016, стр. 299...328, 490...507.



Юрченко М.Г., Казанов В.В. Радиоприёмные устройства: Курс лекций. В 4-х частях. **Часть 3: Частные тракты приёма различных видов сигналов.** Орёл: Академия, 2004, стр. 4...21.

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

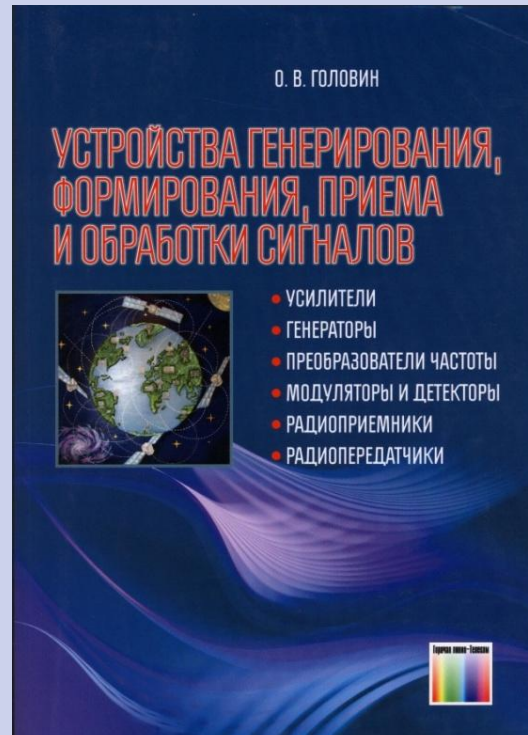
АКАДЕМИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ОХРАНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Г. Я. Кнышук, В. И. Попов, Л. А. Недопекин,
П. Г. Калмыков

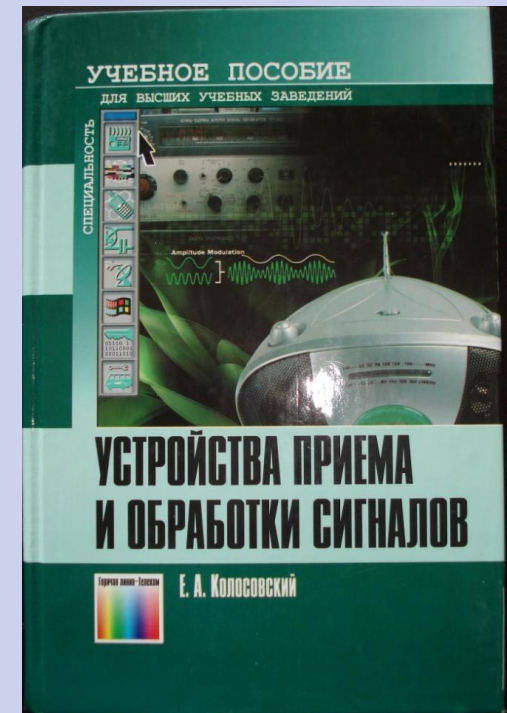
ОСНОВЫ РАДИОСВЯЗИ

Орел 2005

Основы радиосвязи. Пособие в 2-х частях / Г. Я. Кнышук, канд. техн. наук В. И. Попов, канд. воен. наук Л. А. Недопекин, П. Г. Калмыков, С. А. Бобров / Под ред. канд. техн. наук В. С. Лазоренко. – Орел: Академия ФСО России, 2005.



Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов: Учебное пособие для ВУЗов/ Под ред. О.В. Головина. - М.: Горячая линия - Телеком, 2017, **стр. 5...13, 713...715.**



Румянцев К.Е. Приём и обработка сигналов: уч. пособие для студ. вузов - М.: Издательский центр "Академия", 2004, **стр. 148...161.**

Идеальный приёмник – это приёмник, в котором выходной сигнал наилучшим образом соответствует переданному сообщению.

Искажения сообщений, вследствие наложения помехи на сигналы при приёме на идеальный приёмник, будут минимально возможными в данных условиях.

Потенциальная помехоустойчивость – это помехоустойчивость, которая характеризуется минимально возможными искажениями в идеальном приёмнике.

**Основная
проблема
оптимального
приёма**



**принятие
радиоприёмным
устройством
наилучшего решения
(в рамках заданного критерия
оптимальности)**

При структурном синтезе оптимального РПрУ

возникает типичная статистическая задача

полная априорная определенность

о статистических свойствах сообщений, сигналов, помех, радиоканалов

их функционального взаимодействия

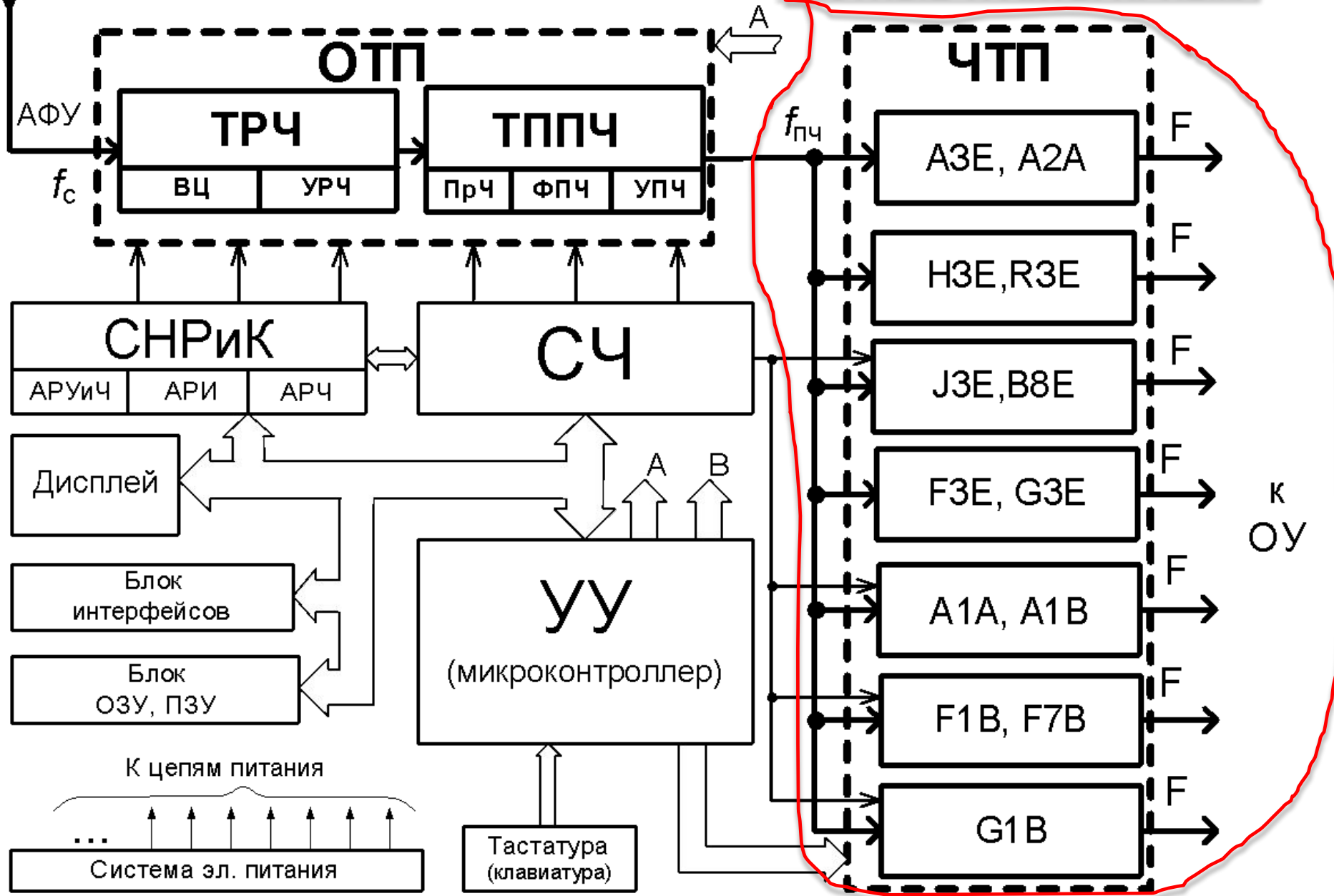
при выбранном критерии оптимальности и типе решаемой в РПрУ задачи

найти оптимальные алгоритмы обработки информации

Наилучшими являются оптимальные радиоприёмные устройства, синтезированные в условиях полной априорной определённости.

Разработка схем оптимальной обработки сигналов обеспечивает определение структуры и принципов работы частных трактов приём (ЧТП) профессиональных радиоприёмных устройств

ЧАСТНЫЕ ТРАКТЫ ПРИЕМА



Обобщённая структурная схема профессионального РПрУ

Вопрос 1

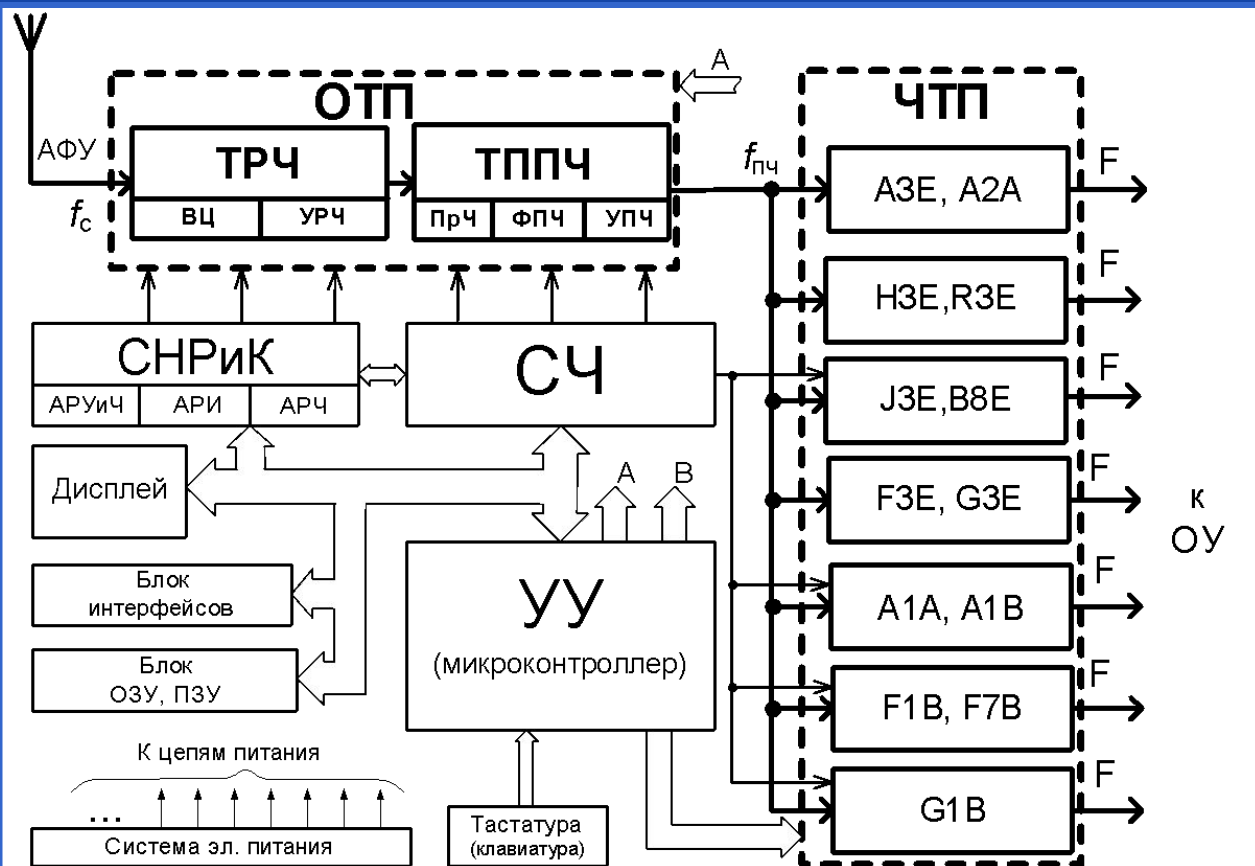
Общие принципы
построения частных
трактов приема

1.1. Общие положения

Частный тракт приёма (ЧТП) – часть схемы приёмника от выхода общего тракта приёма до выхода приёмника, включает в себя демодулятор, каскады додемодуляторной и последемодуляторной обработки, предназначенная для обработки смеси сигнала и помех, с целью получения точной копии первичного электрического сигнала, имеющего качественные характеристики, достаточные для нормального функционирования оконечной аппаратуры.

Кроме того, ЧТП
воздействий, ис
например таких

В з
рад



к
в ОТП,

к
ОУ

Назначение частных трактов приёма

1. Получение точной копии первичного электрического сигнала, имеющего качественные характеристики, достаточные для нормального функционирования оконечной аппаратуры;

2. Выделение компонентов спектра первичного электрического сигнала и подавление побочных продуктов демодуляции;

3. Получение заданной формы АЧХ и ФЧХ огибающей первичного сигнала;

4. Усиление первичного электрического сигнала до величины, обеспечивающей нормальную работу оконечного устройства;

5. Развязка и согласование выхода радиоприёмника с оконечным устройством.

1.2. Частные тракты приёма аналоговых сигналов

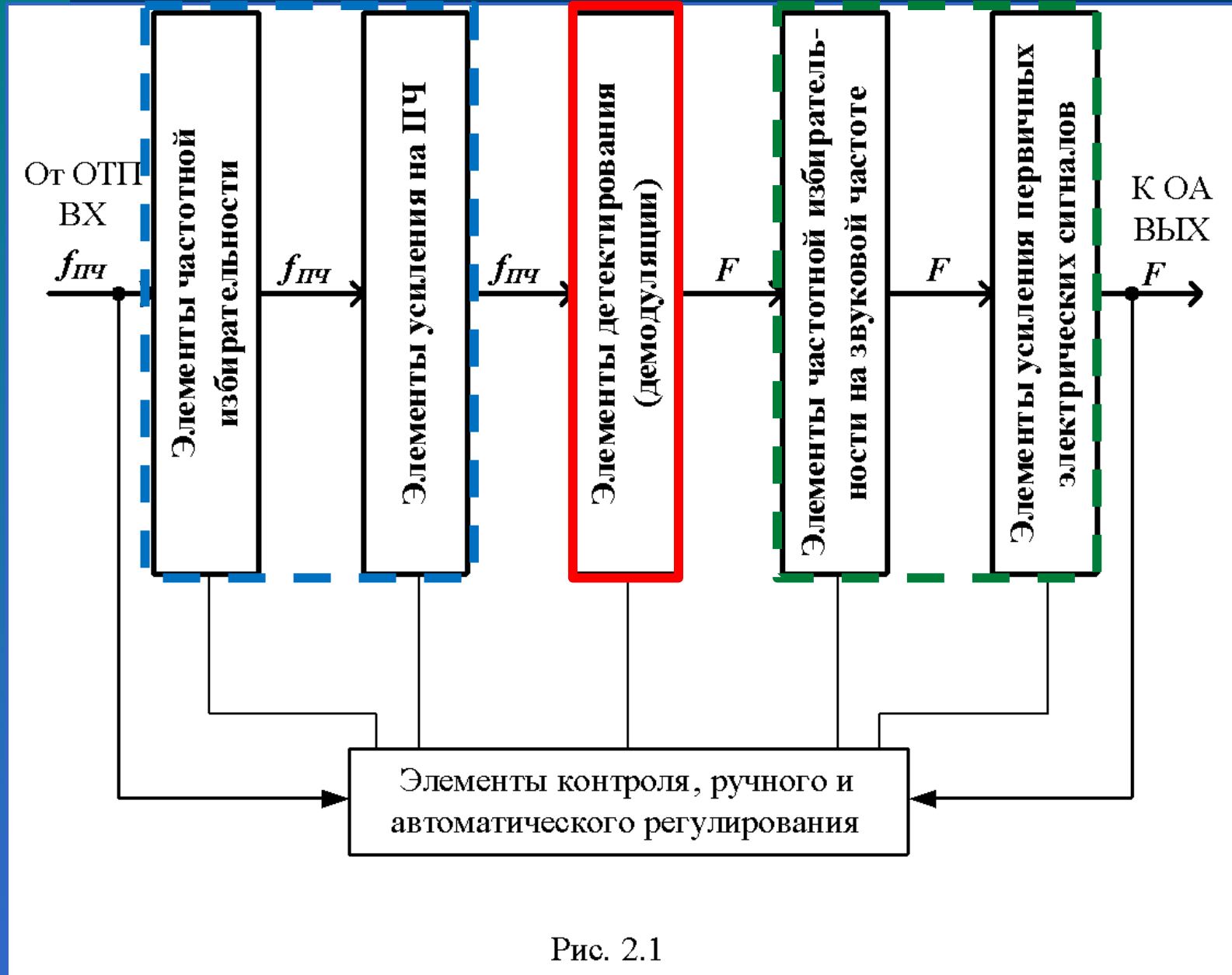
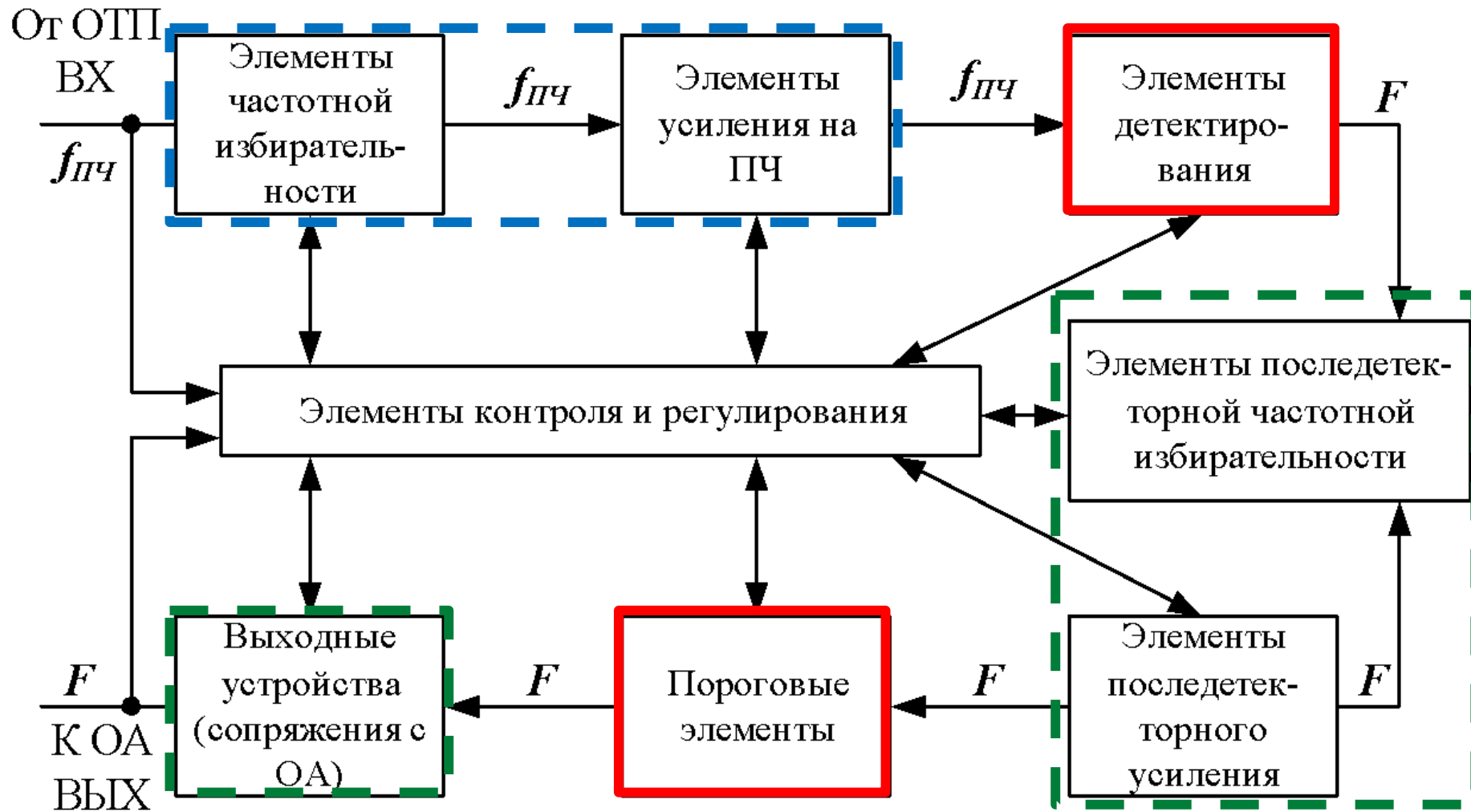


Рис. 2.1

1.3. Частные тракты приема дискретных и цифровых сигналов



1.4. Частные тракты приема с цифровой обработкой сигналов

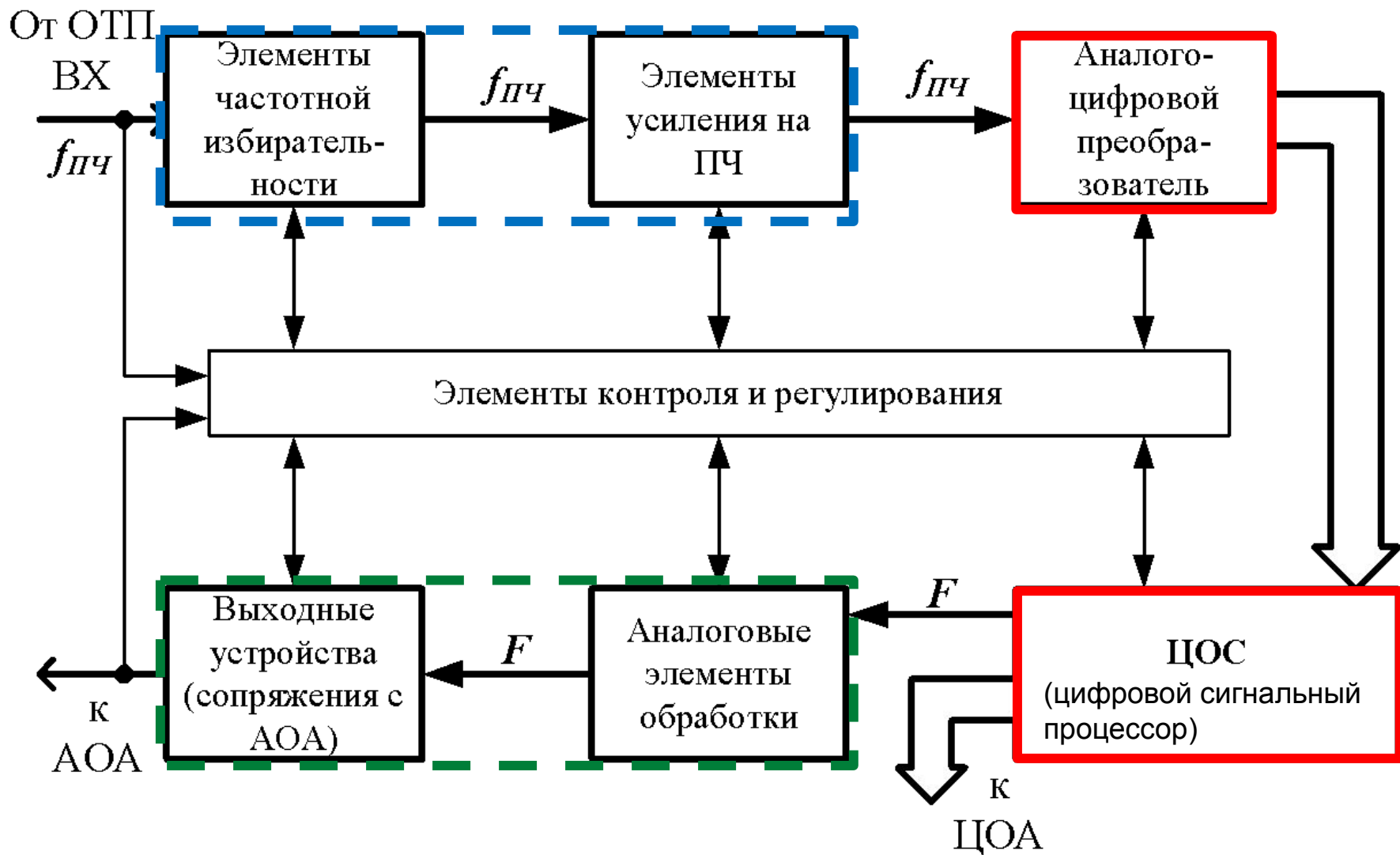


Рис. 2.3

Требования, предъявляемые к ЧТП

- принятие наилучшего решения о копии первичного сигнала, переданного корреспондентом;
- линейность демодуляции (обработки) сигнала;
- корректировка АЧХ и ФЧХ первичного сигнала для получения огибающей заданной формы;
- минимальный уровень неиспользуемых продуктов демодуляции на выходе радиоприёмника;
- обеспечение нормальной работы оконечного устройства;
- обеспечение развязки и согласования радиоприёмника с оконечным устройством.

Вопрос 2

Частные тракты приема
сигналов
угловой модуляции

2.1. Основные свойства сигналов с угловой модуляцией

Частотная модуляция – угловая модуляция несущей, при которой отклонение частоты модулированного сигнала изменяется пропорционально мгновенным значениям модулирующего сигнала

F3E (старый ГОСТ – F3)

Девияция частоты – наибольшее отклонение частоты модулированного радиосигнала при частотной модуляции от значения его несущей частоты.

При ЧМ девияция частоты пропорциональна модулирующему напряжению.
При ФМ девияция частоты пропорциональна как модулирующему напряжению, так и частоте.

Узкополосная частотная модуляция – частотная модуляция несущей, при которой девияция частоты меньше максимальной частоты модулирующего сигнала.

$$m_f < \pi/2 \quad - \quad \text{NBFM}$$

Широкополосная частотная модуляция – частотная модуляция несущей, при которой девияция частоты колебаний в несколько раз превосходит максимальную частоту модулирующего сигнала.

$$m_f > \pi/2 \quad - \quad \text{WBFM}$$

Фазовая модуляция – угловая модуляция несущей, при которой фаза несущей изменяется пропорционально мгновенным значениям модулирующего сигнала

G3E

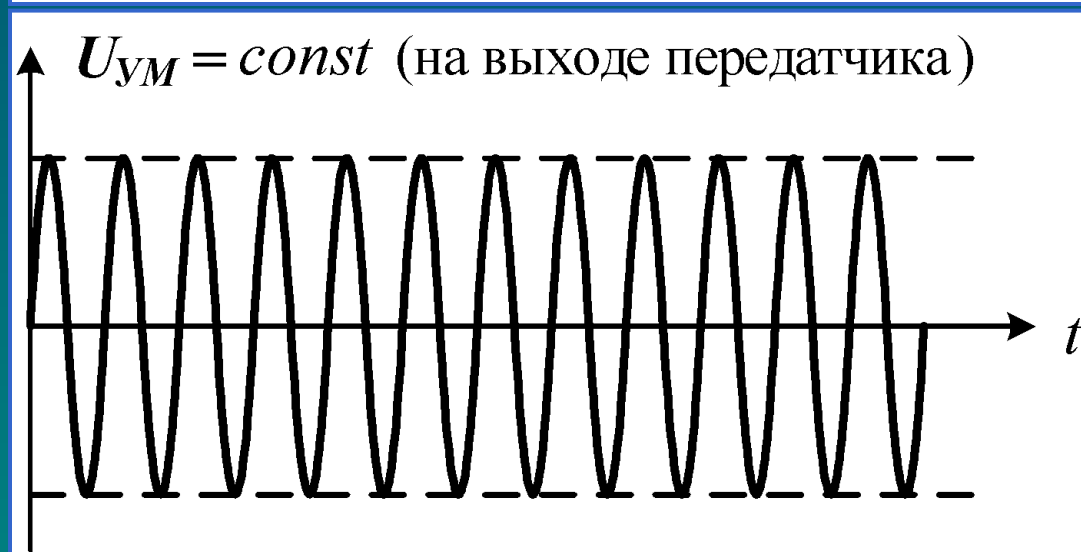
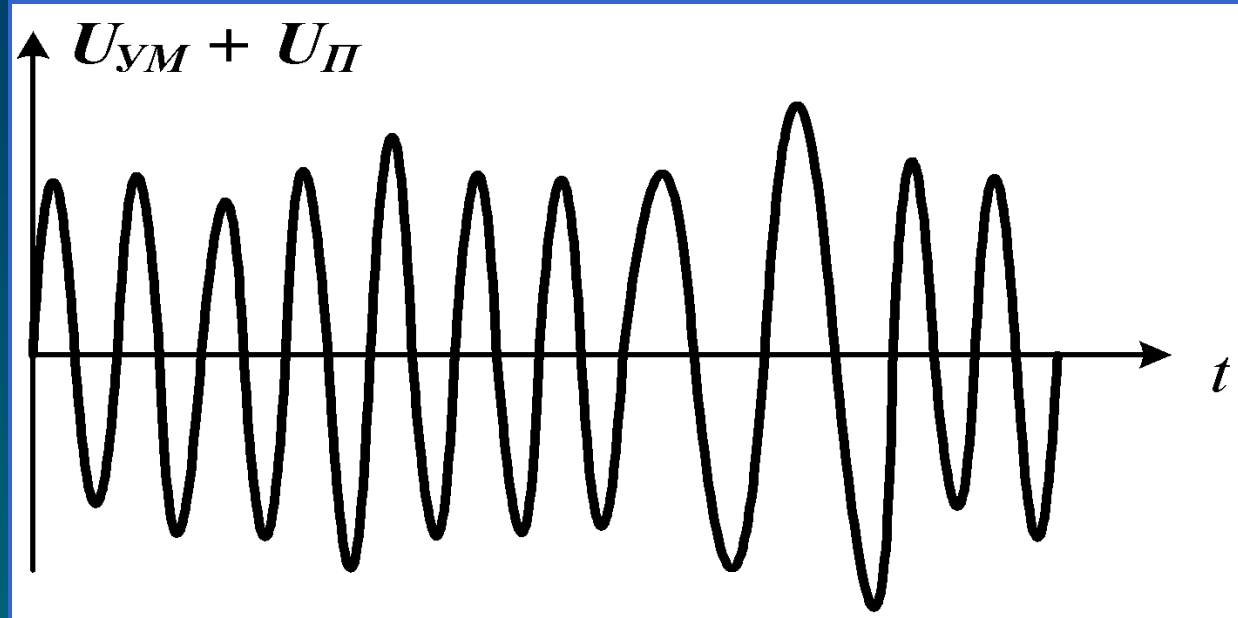
Класс излучения G3E – частотная модуляция с предкоррекцией плюс 6 дБ/октава в передатчике и послекоррекция минус 6 дБ/октава в приемнике.

Разнос частот между каналами 25 кГц или 12,5 кГц.

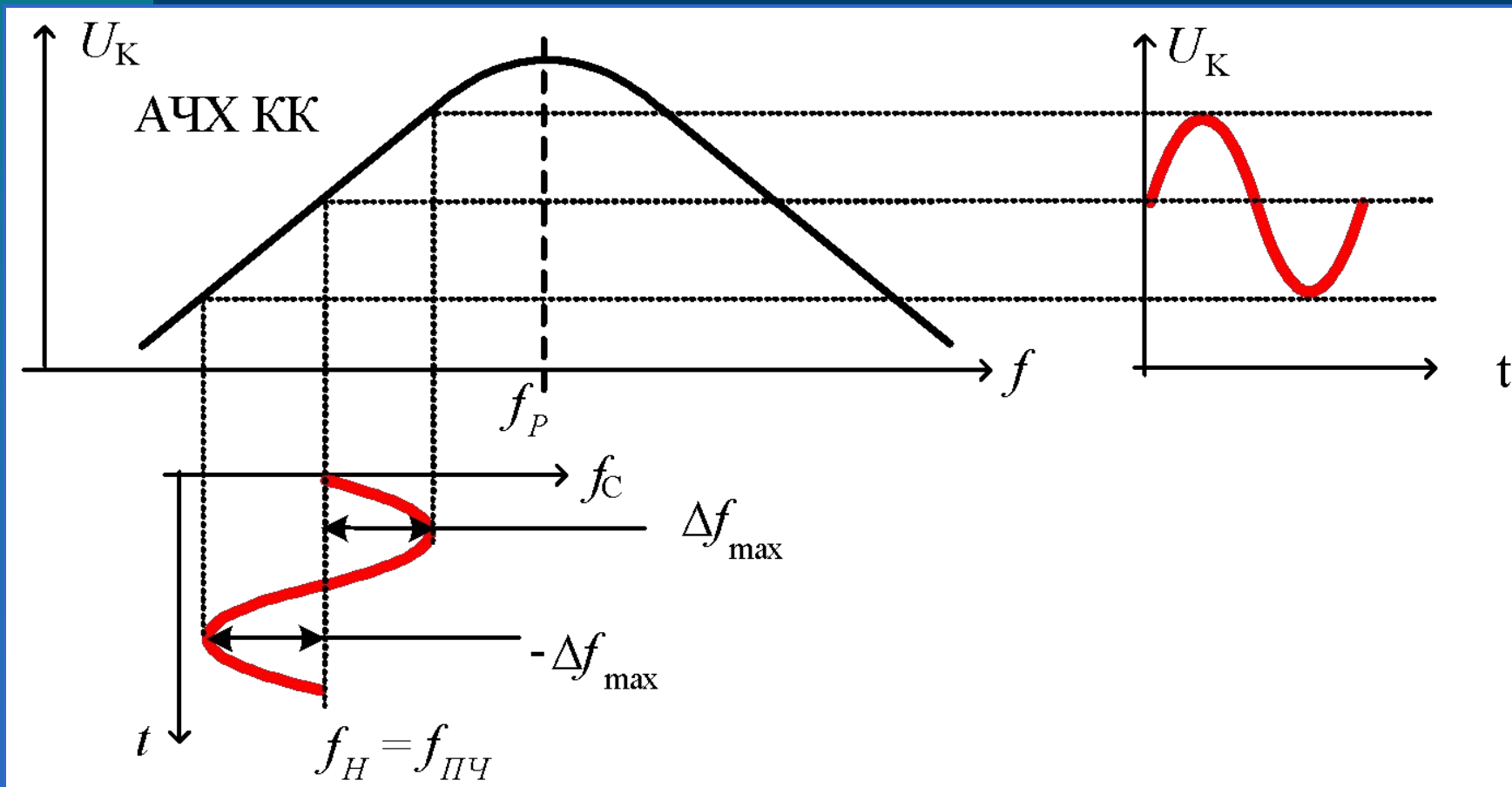
Класс излучения G3E совместим с F3E, который используется в отечественных и импортных радиостанциях.

2.2. Частные тракты приема сигналов угловой модуляции

При приеме радиосигналов с УМ с выхода ОТП на вход ЧТП может поступить колебание, временная характеристика которого изображена на рисунке:



ЧМ в АЧМ с последующим амплитудным детектированием



Виды преобразования ЧМ сигнала

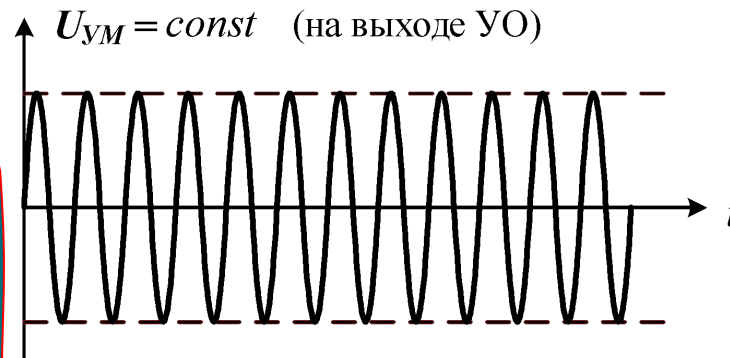
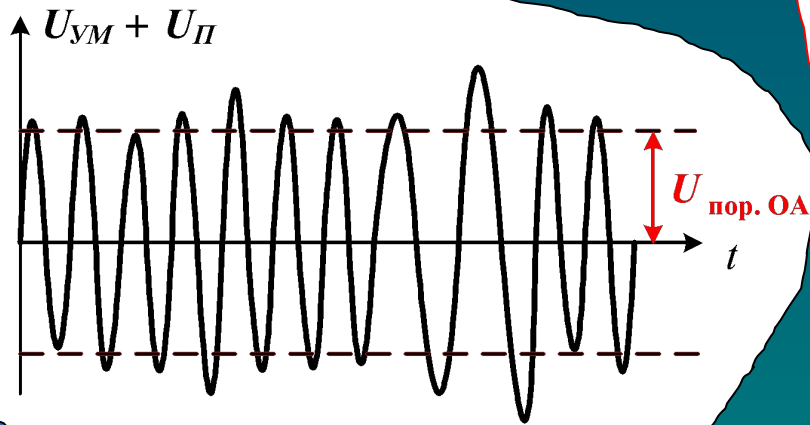
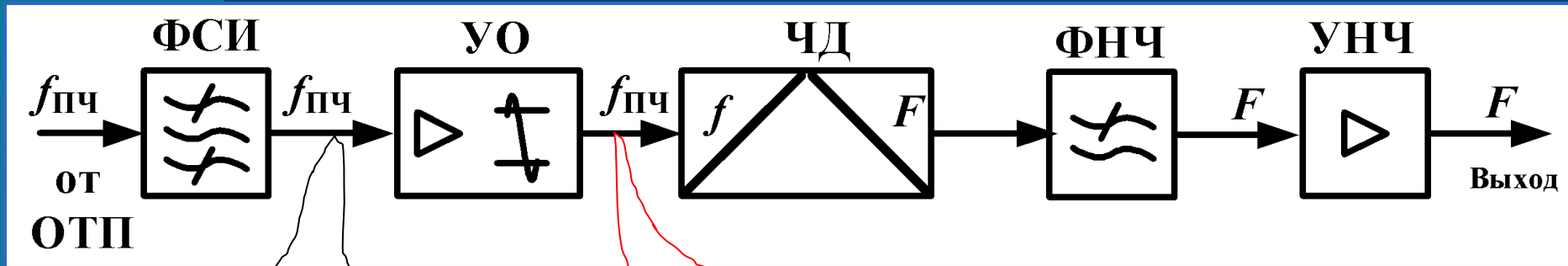
ЧМ в АЧМ с последующим
амплитудным детектированием

Фазочастотное преобразование
с последующим фазовым детектированием

Преобразование ЧМ в импульсы
с переменной скважностью
с последующим детектированием импульсным
детектором

Структурные схемы частных трактов приема сигналов ЧМ (F3E)

Обобщенная структурная схема ЧТП сигналов ЧМ



Порог ограничения в УО должен быть достаточно низким: $U_0 \leq U_{mc} - U_{m\Pi}$

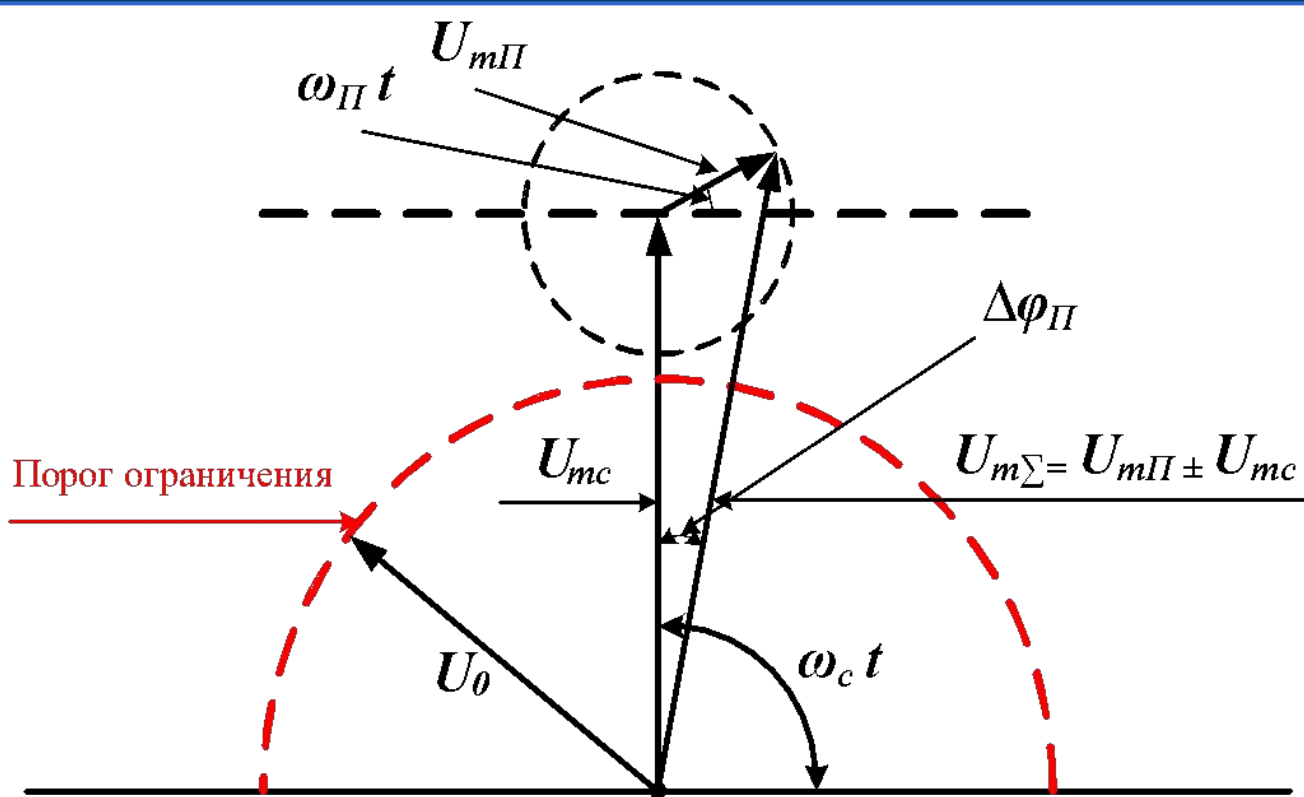
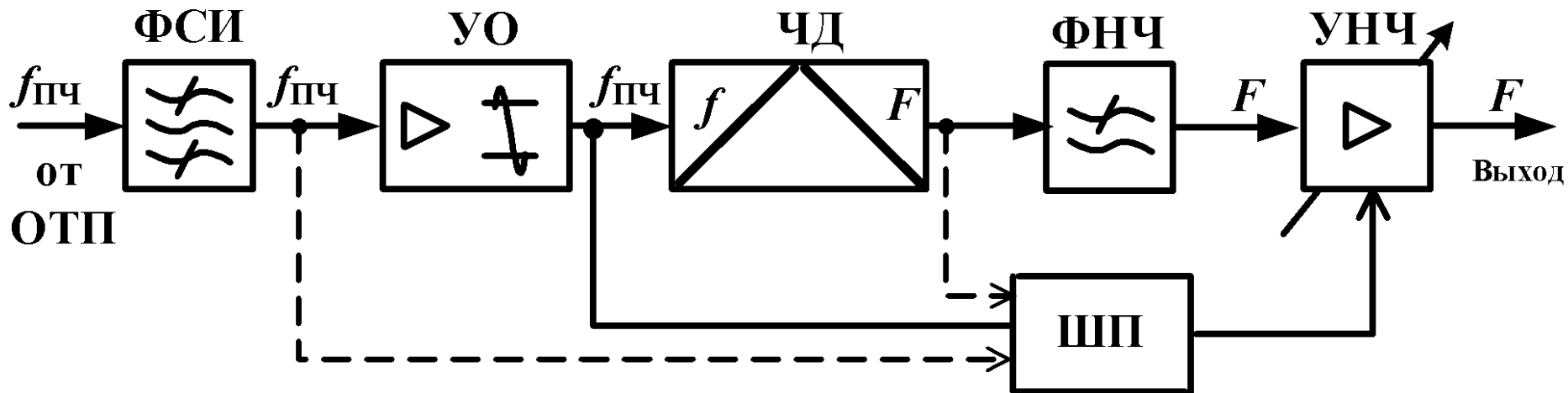
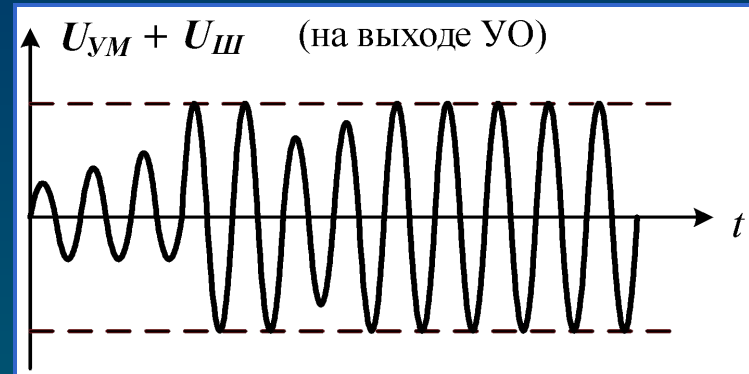
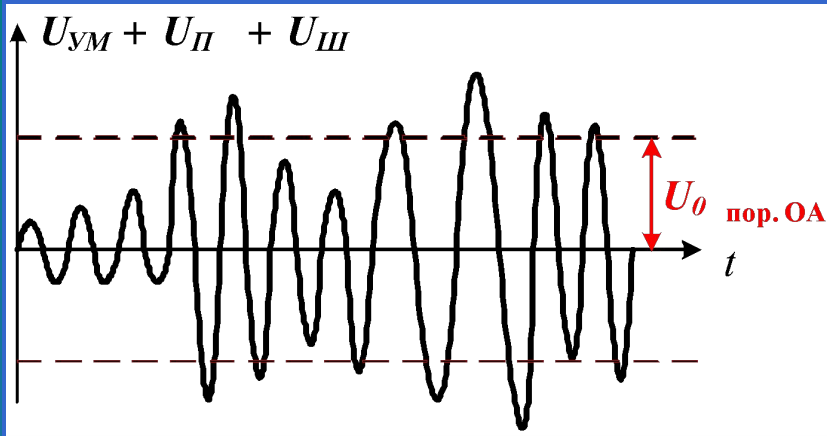


Рис. 5.4

ЧТП сигналов ЧМ с подавителем шума (ШП)



Структурная схема ШП

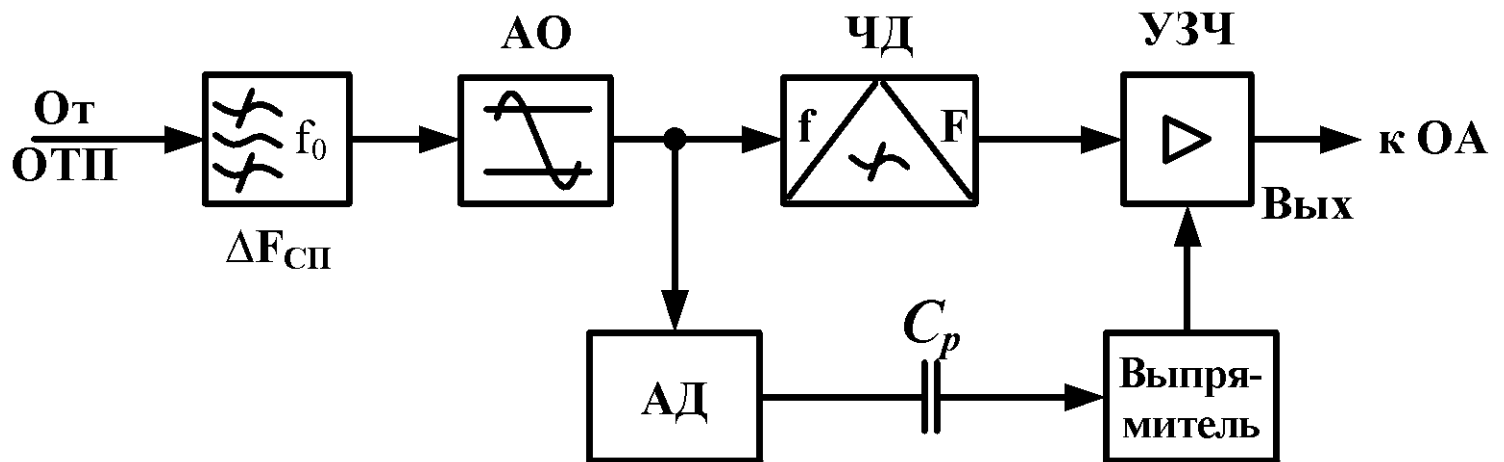
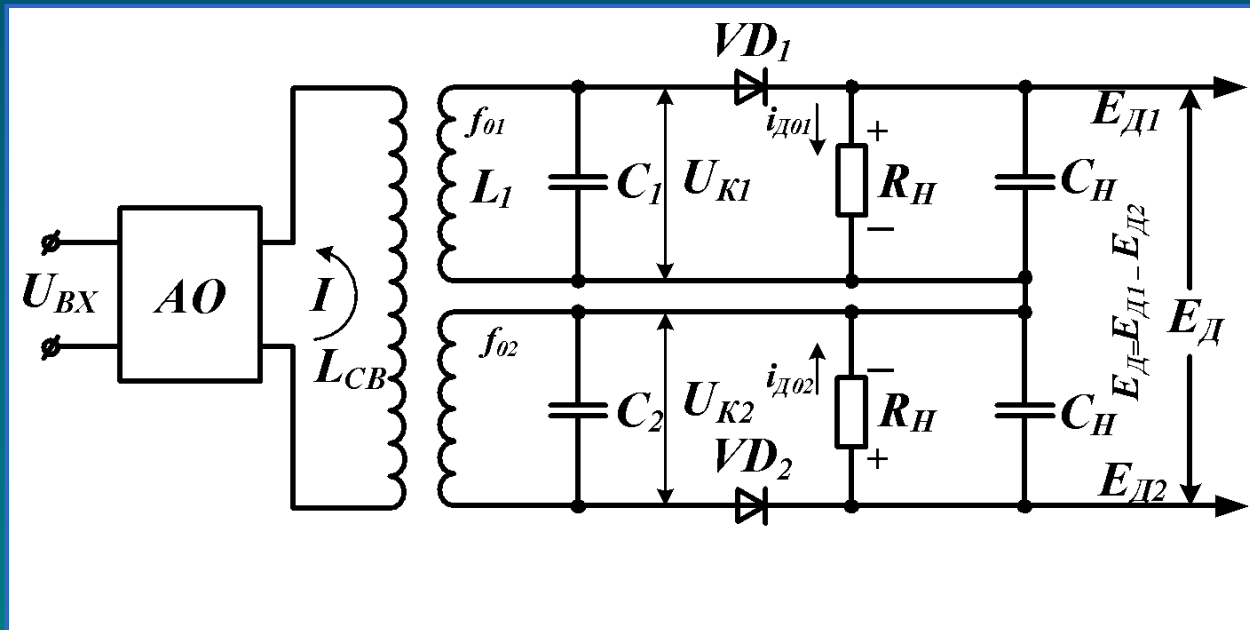
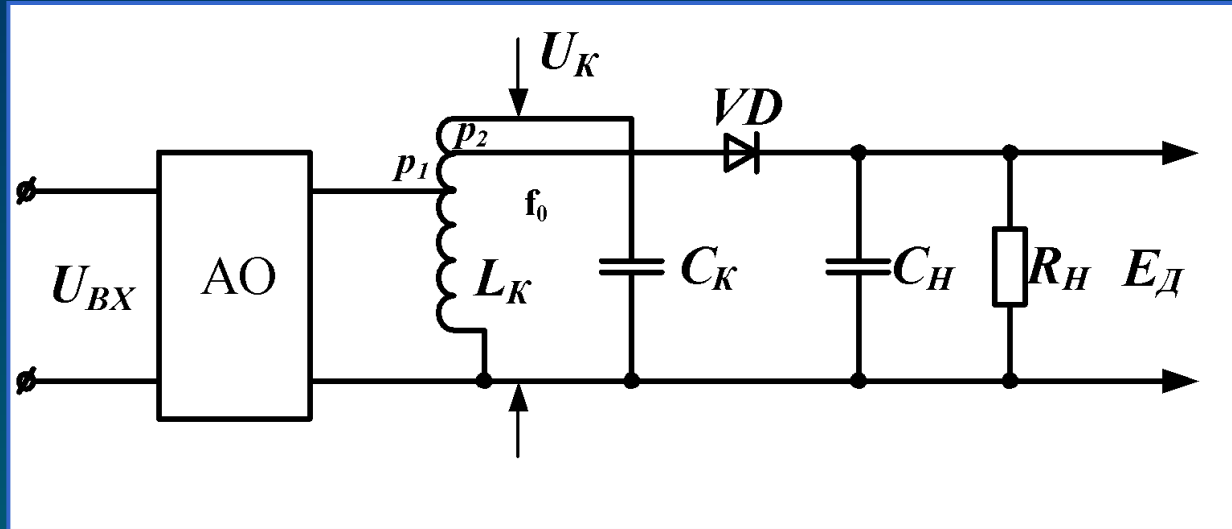


Рис. 5.6

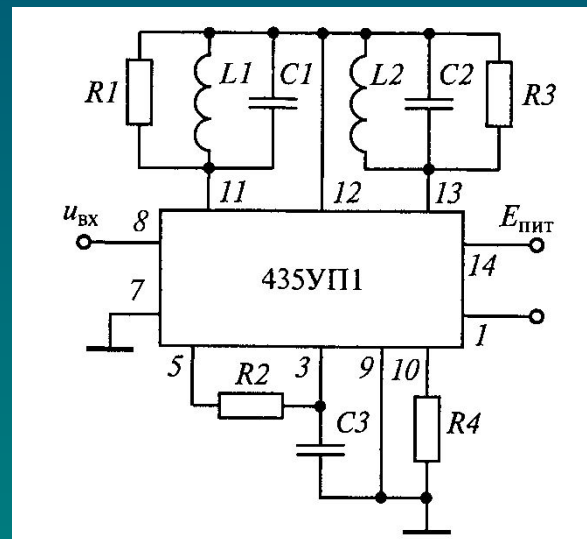
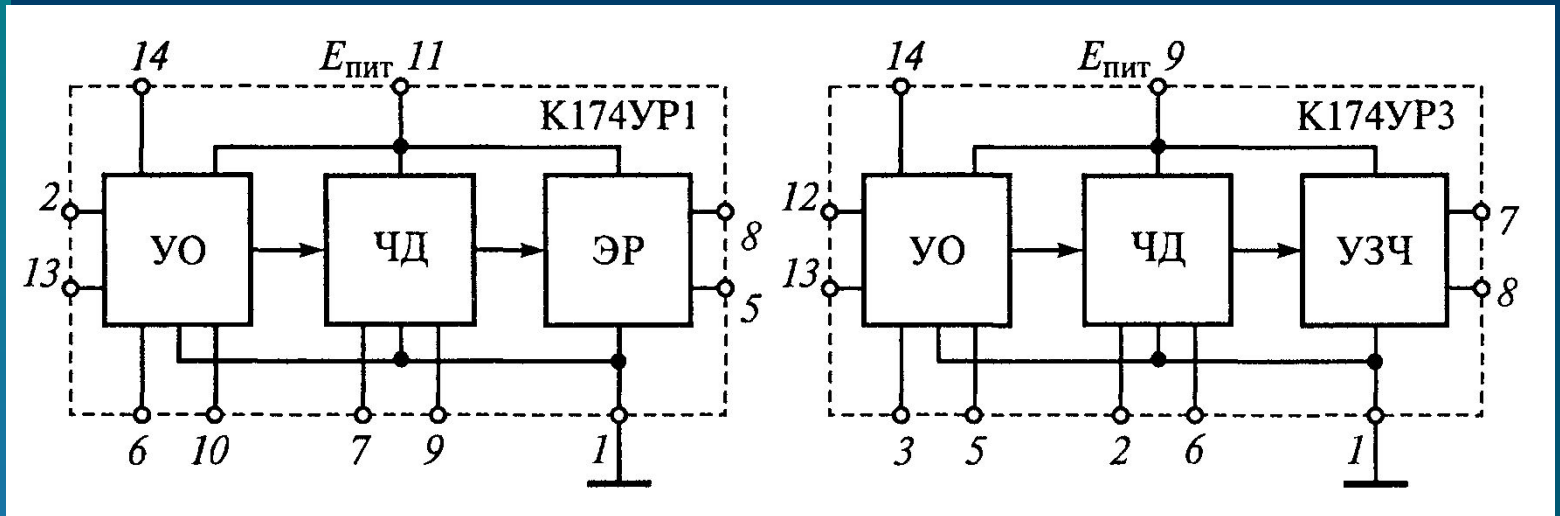
Примеры построения схем частотных детекторов



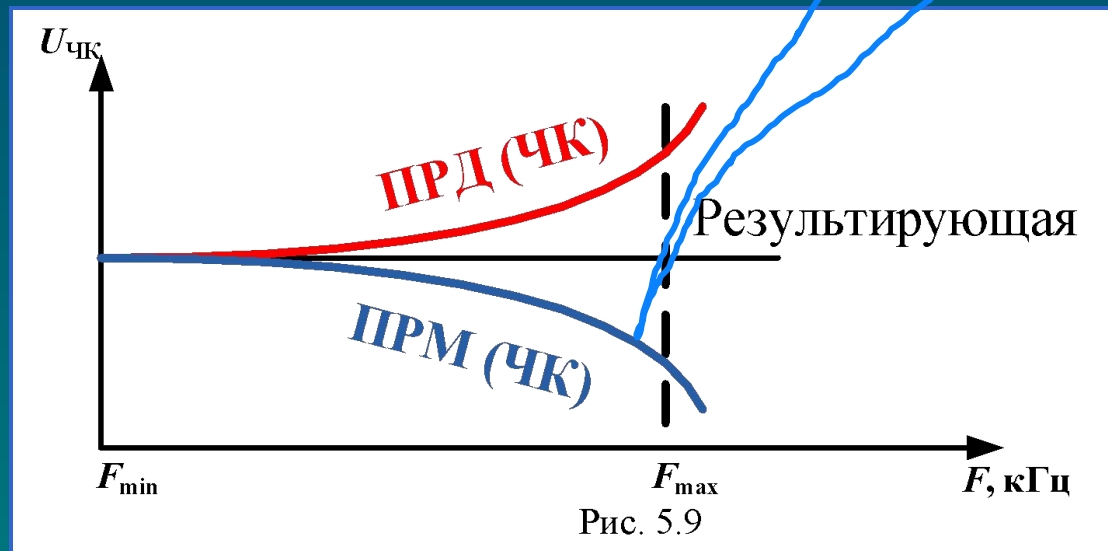
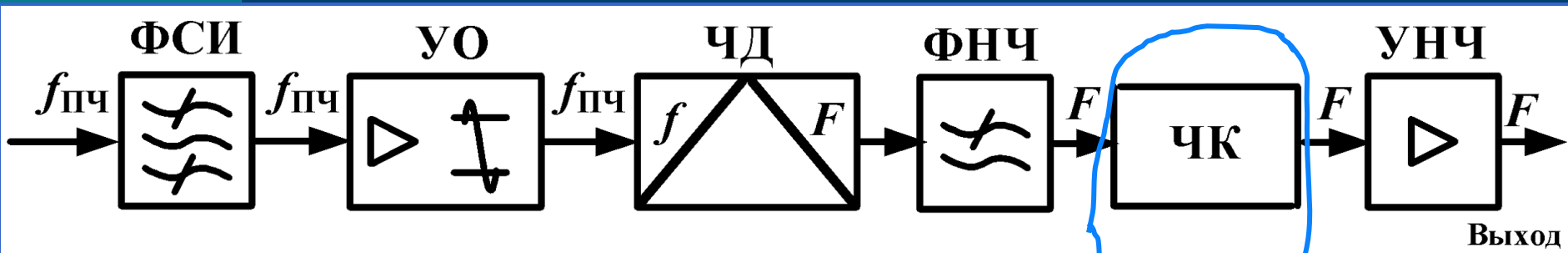
Примеры ИМС для приёма ЧМС

Параметр	Тип ИМС				
	174УР1	174УР3	235ДС1	237ХК6	435УП1
$E_{\text{пит}}, \text{ В}$	$+12 \pm 10 \%$	$+6 \pm 10 \%$	$+6,3 \pm 10 \%$	$+6 \pm 10 \%$	$+6,3 \pm 10 \%$
$I_{\text{пит}}, \text{ мА}$	11	12	—	6	12
$K_{\Gamma}, \%$	2	1	—	—	—
$R_{\text{вх}}, \text{ КОм}$	—	3,9 при $f = 15 \text{ МГц}$	15 при $C_{\text{вх}} = 25 \text{ пФ}$ и $f = 1,6 \text{ МГц}$	0,3	—
$R_{\text{вых}}, \text{ КОм}$	—	1,5 при $f = 15 \text{ МГц}$	—	—	—
$U_{\text{вых}}, \text{ В}$	—	0,1	2,5	—	—

Примеры трактов приёма ЧМС на ИМС



2.3. Частный тракт приема сигналов G3E



2.4. Помехоустойчивость приёмников с ЧМ

Каждая система модуляции с точки зрения помехоустойчивости приёма непрерывных сообщений оценивается выигрышем q или обобщенным выигрышем системы модуляции (q'):

$$q = \frac{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}}\right)_{\text{ВЫХ}}}{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}}\right)_{\text{ВХ}}};$$

$$q' = \frac{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}}\right)_{\text{ВЫХ}} \Delta F_{\text{пс}}}{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}}\right)_{\text{ВХ}} \Delta F_{\text{мс}}}$$

Установлено [3], что для различных видов модуляции выигрыш и обобщенный выигрыш соответственно составляют:

✓ для АМ: $q_{\text{АМ}} \approx m_{\text{АМ}}^2 < 1$; $q_{\text{АМ}}' \approx m_{\text{АМ}}$, т.к. $m_{\text{АМ}} = 0,3$, то $q' < 1$;

✓ для ОМ: $q_{\text{ОМ}} = 1$; $q' = 1$;

✓ для ЧМ: $q_{\text{ЧМ}} \approx m_f$;

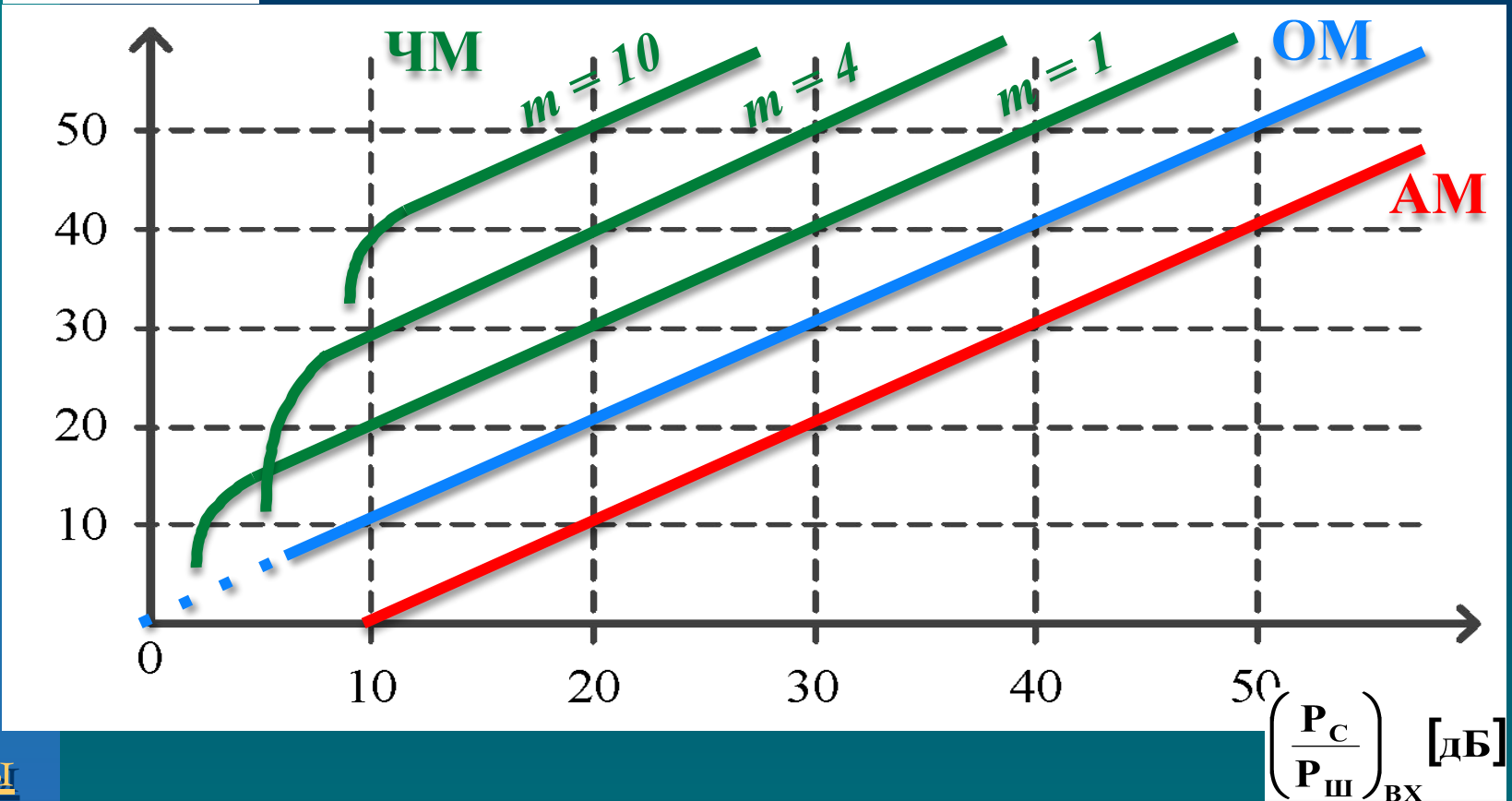
а обобщенный выигрыш при различных видах помех разный $q'_{\text{ЧМ}} \approx 3m_f^2$.

В зависимости от вида принимаемого радиосигнала при определении реальной чувствительности радиоприёмника учитывается величина обратная выигрышу системы модуляции

$$\xi = \frac{1}{q};$$

Графики зависимости выигрыша для различных видов модуляции

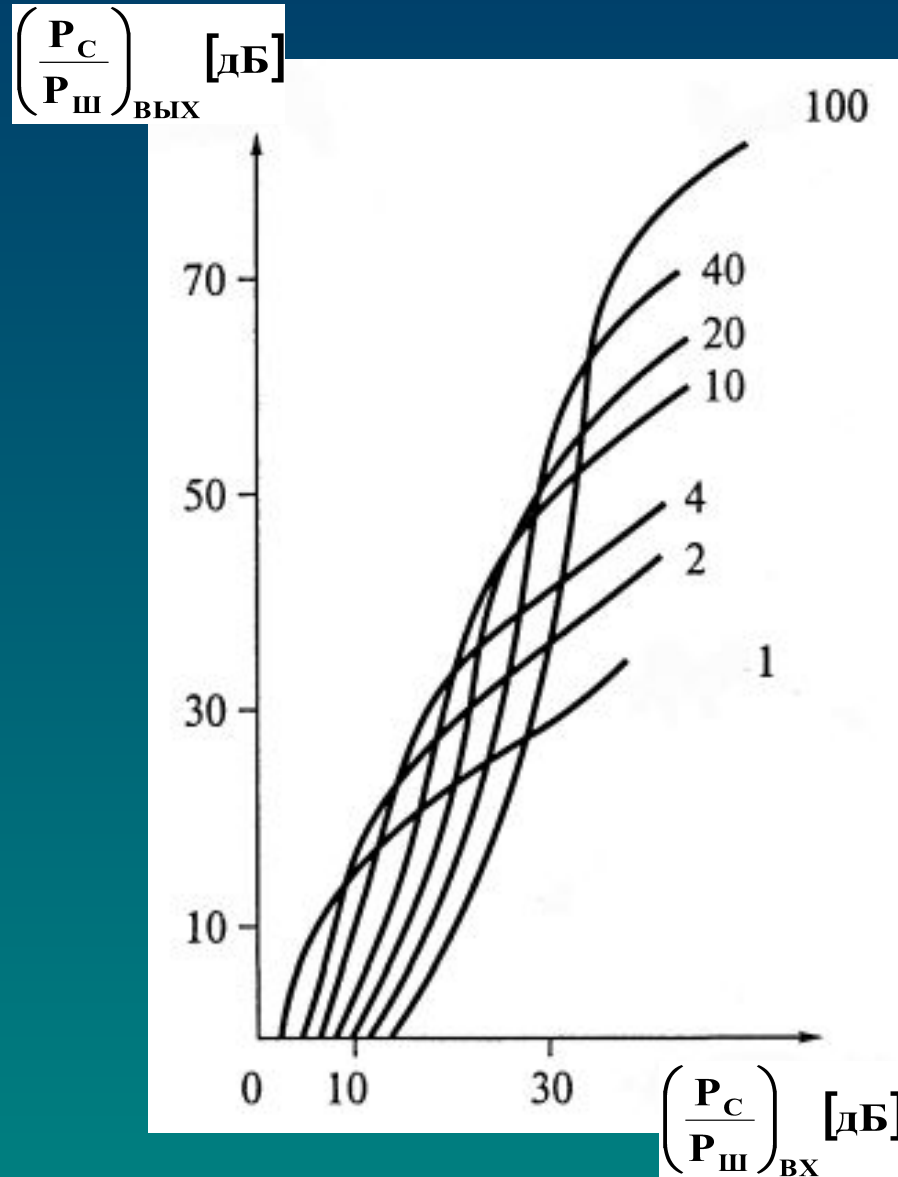
$$\left(\frac{P_C}{P_{\text{ш}}}\right)_{\text{ВЫХ}} \text{ [дБ]}$$

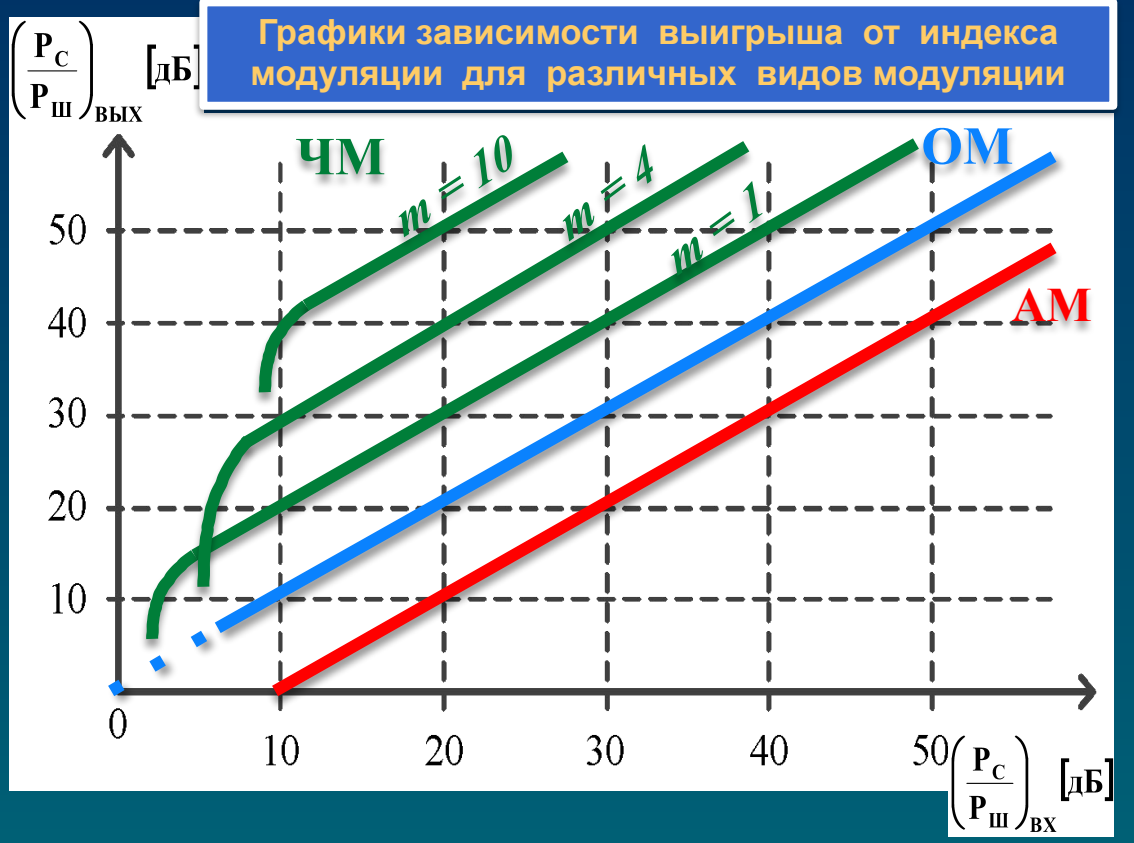
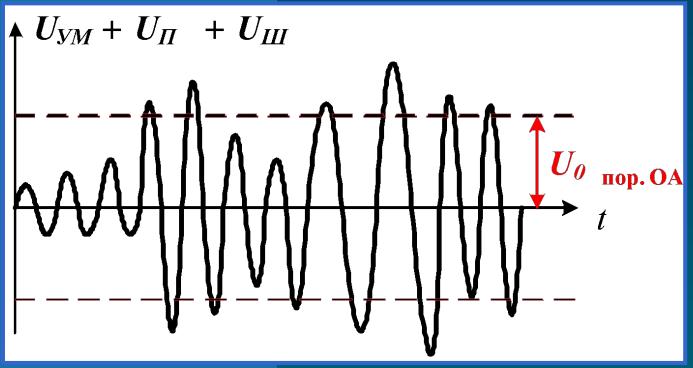
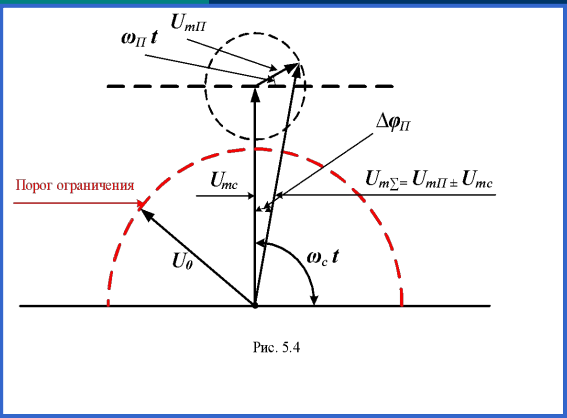


ВЫВОДЫ

1. При больших величинах отношения с/ш на входе приёмника ЧМС (помеха относительно слабая) отношение с/ш на выходе – увеличивается по сравнению с приёмниками ОМ и АМ, и это увеличение тем больше, чем больше индекс ЧМ.
2. В случае больших помех на входе приёмника ЧМС (малых отношений с/ш на входе) отношение с/ш на выходе – резко падает и выигрыш по сравнению с ОМ отсутствует.

Графики зависимости выигрыша для частотной модуляции с разными индексами ЧМ





ВЫВОДЫ

3. Поэтому в ОТП надо иметь запас усиления достаточный, чтобы даже при слабых сигналах уровень их превышал порог ограничения.

В этом случае коэффициент усиления ОТП определяется выражением:

$$K_{отп} = \frac{(2...3) U_0}{E_{A0}} K_3.$$

4. Очевидно, что связь в системе с ЧМ тем устойчивее, чем больше индекс ЧМ и меньше порог ограничения.

5. При малых индексах модуляции выигрыш, хотя и маленький, но он сохраняется при значительно более высоком уровне помех.

2.5. Порогопонижающие методы приема частотно-модулированных сигналов и их техническая реализация в ЧТП

Для повышения помехоустойчивости приемников частотно-модулированных сигналов используют следующие порогопонижающие методы приема

□ *Метод предьскажений*

□ *Метод "следащего" фильтра*

□ *Метод обратной связи по частоте*

□ *Метод синхронно-фазового детектирования сигналов ЧМ*

При прохождении ЧМ-сигнала через радиотракт возникает сопутствующая паразитная амплитудная модуляция, которая устраняется в приемнике с помощью амплитудного ограничителя.

Амплитудный ограничитель восстанавливает помехоустойчивость заложенную в сигналы УМ.

Детектирование ЧМ-сигналов осуществляется с помощью частотного детектора.

Для нормальной работы ЧД и подачи на его вход неизменного по амплитуде напряжения необходимо устранить паразитную амплитудную модуляцию ЧМ-сигнала .

В радиотракте с нелинейной ФЧХ при прохождении ЧМ-сигнала возникает паразитная фазовая модуляция, нарушающая закон модуляции сигнала. По этой причине на выходе ЧД помимо полезной составляющей напряжения с модулирующей частотой появляются гармоники, приводящие к нелинейным искажениям сигнала.

Выводы

Сильный сигнал в приемнике ЧМ подавляет слабую помеху тем эффективнее, чем больше U_C , по сравнению с U_{II} .

При $U_{II} > U_C$ более сильная помеха подавляет сигнал, что свидетельствует о наличии в приемнике пороговых свойств.

Действие сосредоточенной помехи при приеме ЧМ-сигнала приводит к появлению паразитных амплитудной и фазовой модуляций.

Для ослабления паразитной частотной модуляции, вызываемой наложением помехи на сигнал, необходимо обеспечить условие $\Delta f_{\max} \gg \Delta f_{\text{п}}$ для чего увеличивают уровень сигнала либо девиацию полезного сигнала Δf_{\max} .

Для ослабления флуктуационной помехи в РПРУ ЧМ-сигналов используют следящий прием.

Вопрос 3

Частные тракты приема
сигналов однополосной
радиопередачи

3.1. Общие сведения об однополосной радиопередаче

Четвертый символ – А, В: верхняя, нижняя боковая полоса.

Однополосная радиопередача с полной несущей – однополосная радиопередача без подавления уровня излучения несущей

H3E (старый ГОСТ - А3Н)

Однополосная радиопередача с ослабленной несущей – однополосная радиопередача, в которой степень подавления несущей еще позволяет ее восстановить и использовать при радиоприеме

R3E (старый ГОСТ - А3А)

Однополосная радиопередача с подавленной несущей – однополосная радиопередача, в которой уровень излучения несущей исключает ее использование при радиоприеме

J3E (старый ГОСТ - А3J)

Радиопередача с независимыми боковыми полосами – радиопередача, при которой спектр радиоизлучения содержит несущую и спектральные составляющие, расположенные в пределах боковых полос частот, каждая из которых создана своим независимым модулирующим сигналом

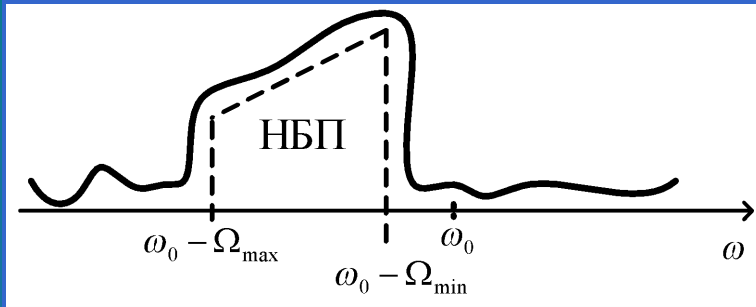
B8E (старый ГОСТ - А3В)

3.2. Частные тракты приема сигналов однополосной радиопередачи

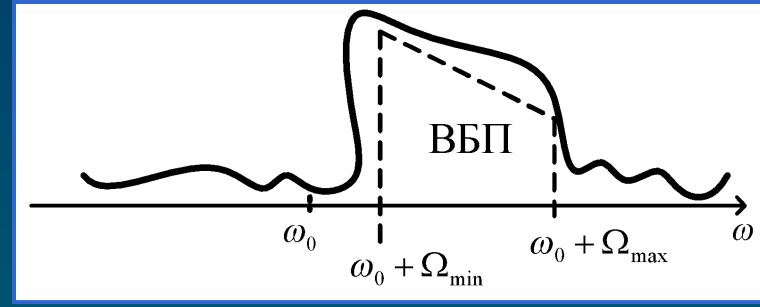
При приеме радиосигналов с ОМ с выхода ОТП на вход ЧТП могут поступить колебания, спектры которых изображены на рисунках

$$\omega_0 = \omega_{ПЧ}$$

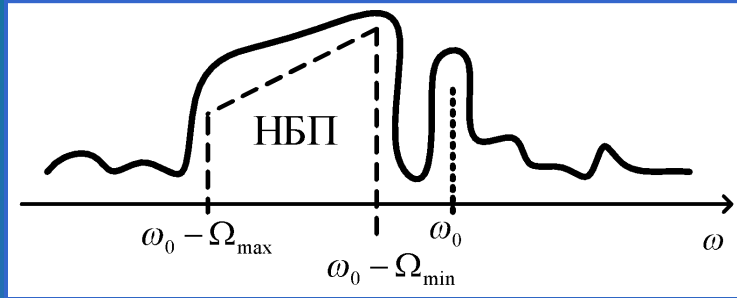
Ж3Е-В



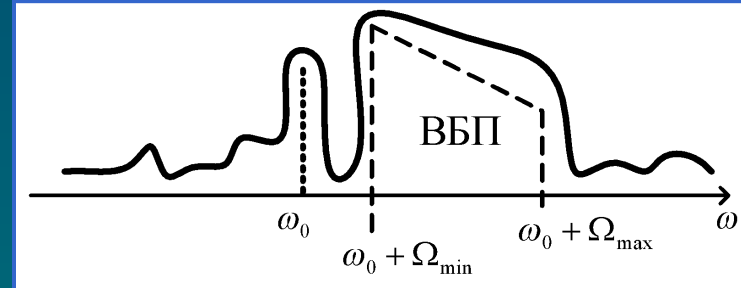
Ж3Е-А



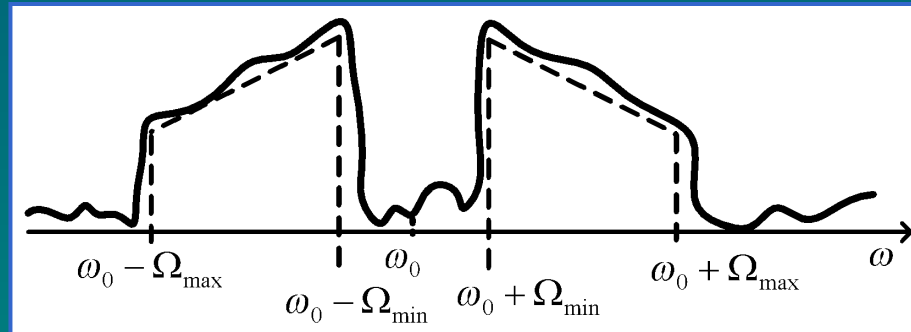
Н3Е-В
Р3Е-В



Н3Е-А
Р3Е-А



В8Е



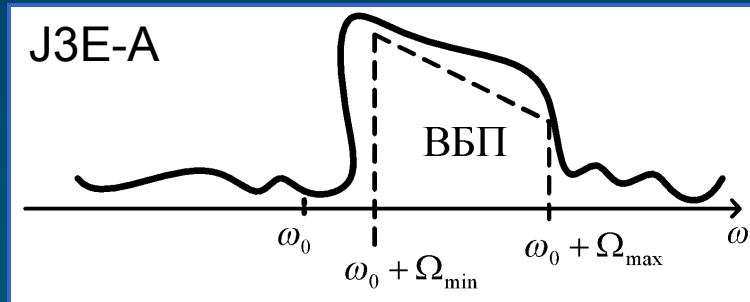
Частный тракт приема сигналов ОМ с подавленной несущей

ЖЗЕ-А

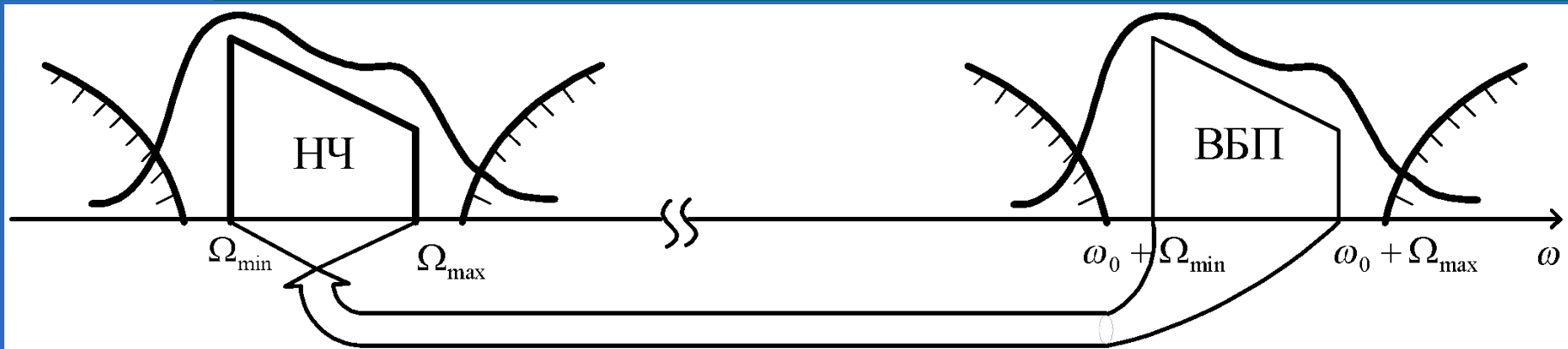
Сигнал ОМ по верхней боковой полосе частот, поступающий на вход радиоприемника (на вход ЧТП), можно записать в виде

$$\omega_0 = \omega_{ПЧ}$$

$$u_c(t) = k_1 U_{m\Omega}(t) \cos[\omega_0 t + \varphi_1(t)] + n(t),$$



Принцип приема (демодуляции) сигналов однополосной модуляции по верхней боковой полосе частот

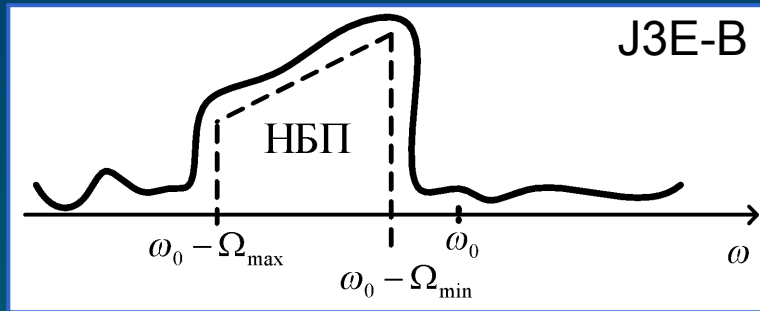


ЖЭ-В

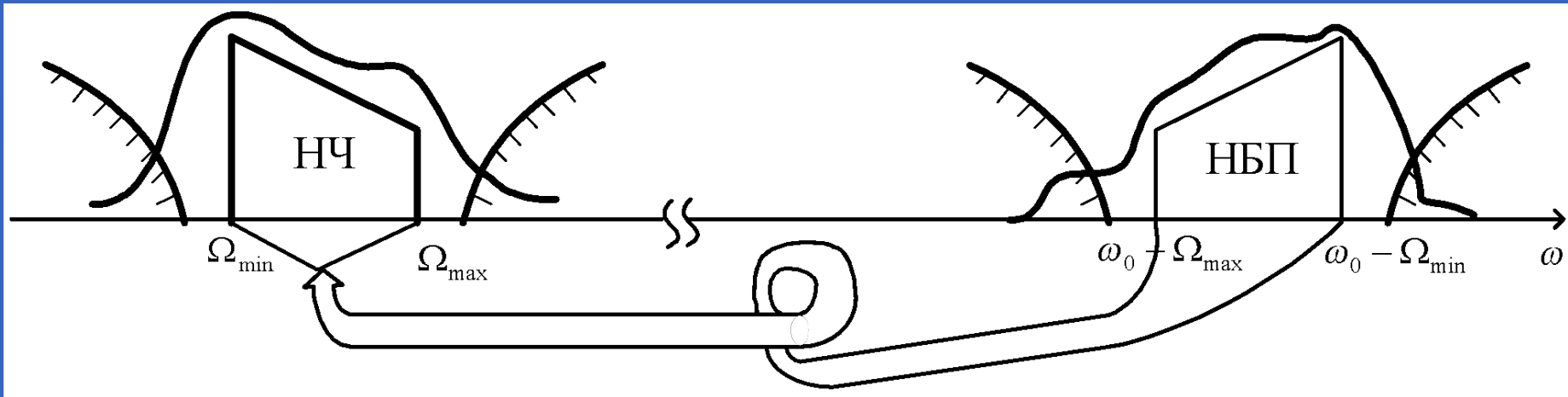
Сигнал ОМ по нижней боковой полосе частот, поступающий на вход радиоприемника (на вход ЧТП), можно записать в виде

$$\omega_0 = \omega_{ПЧ}$$

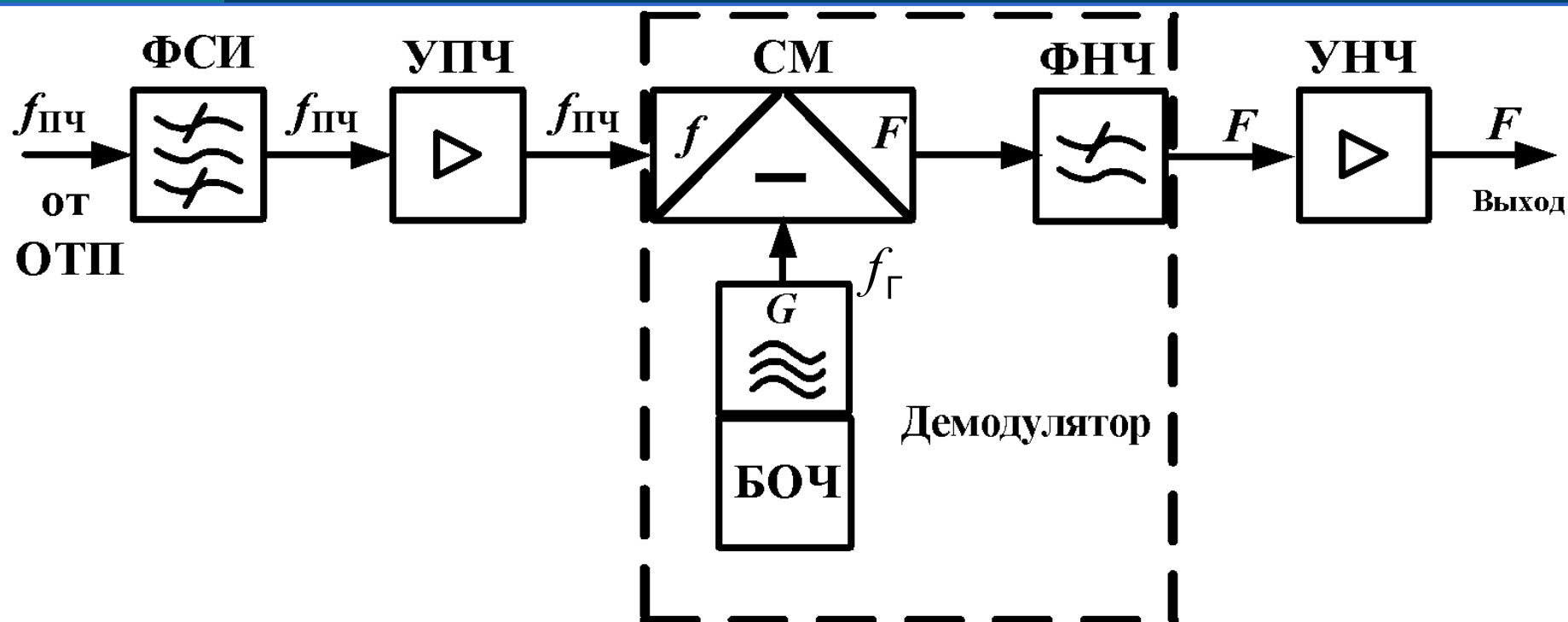
$$u_c(t) = k_1 U_{m\Omega}(t) \cos[\omega_0 t - \varphi_1(t)] + n(t),$$



Принцип приема (демодуляции) сигналов однополосной модуляции по нижней боковой полосе частот



Структурная схема ЧТП сигналов ОМ с подавленной несущей ЖЗЕ (старый ГОСТ - АЗЖ)



$$f_{\text{ср}}^{\text{ФСИ}} = f_{\text{ПЧ}} \pm \frac{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}}{2}.$$

Величина частотных искажений принимаемых ОМС зависит от точности восстановления подавленной несущей чем точнее частота местного гетеродина совпадает с подавленной, тем меньше частотные искажения.

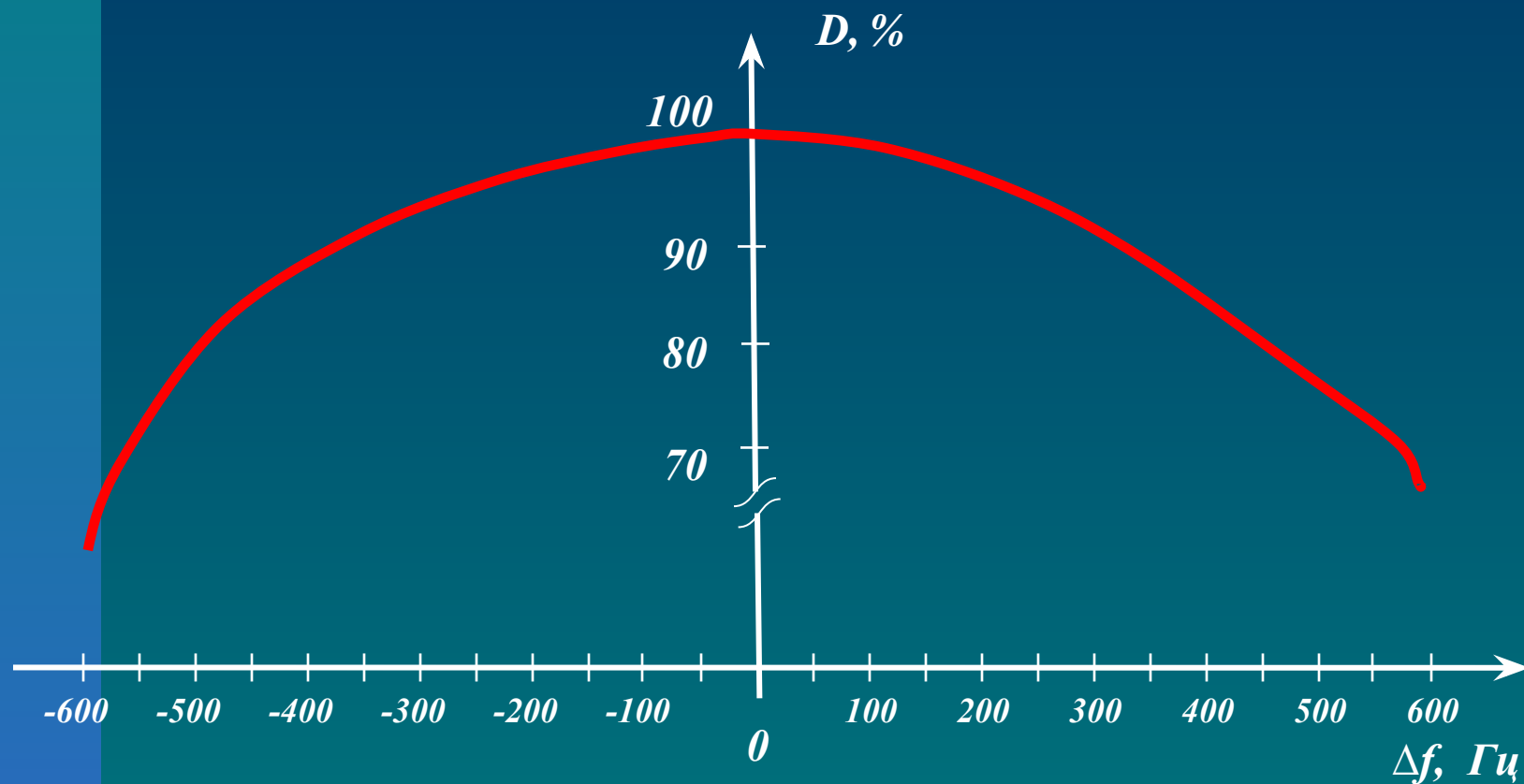
Допустимая величина одновременного смещения по частоте (**асинхронизм**) всех спектральных составляющих сигнала зависит от типа используемой ОА, а также требований, предъявляемых к качеству передачи сообщений:

$$(\omega_{пч} + \Omega) - (\omega_{пч} - \Delta\omega) = \Omega + \Delta\omega, \quad \text{если} \quad \omega_{пч} = \omega_{МН} + \Delta\omega.$$

ОА	асинхронизм ($\Delta\omega$)
□ передача речевых сообщений с использованием СА	25...30 Гц
□ при вторичном уплотнении однополосного канала телеграфными каналами ЧТ или ОФТ	5...10 Гц
□ для радиовещания	1...2 Гц
□ для радиосвязи	20... 250 Гц

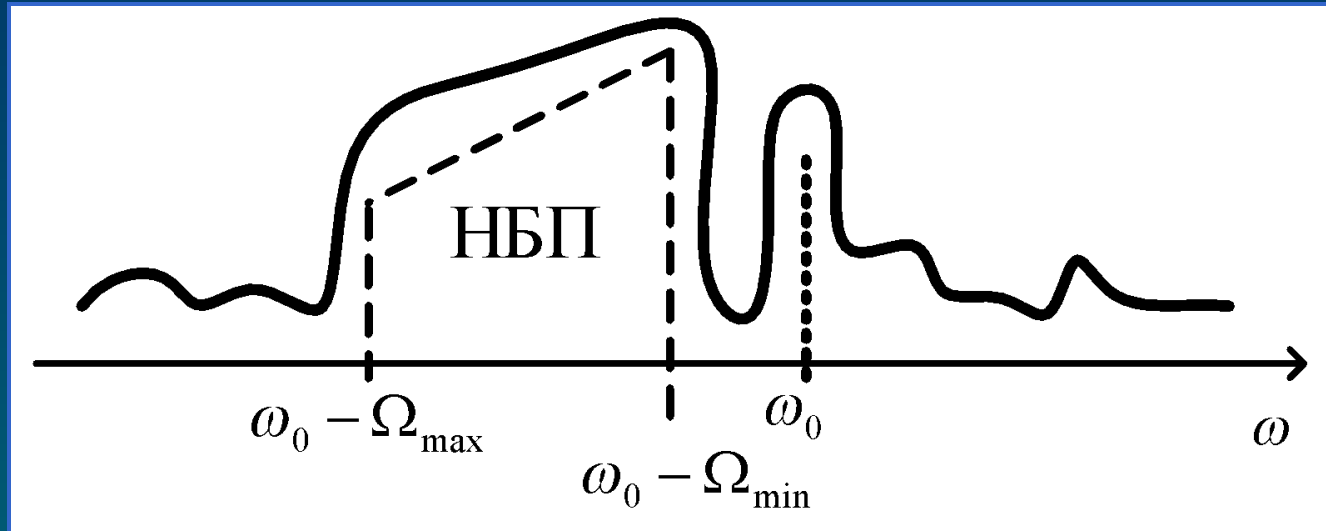
Разборчивость речи считается:	$\Delta\omega$
удовлетворительной, если асинхронизм	\leq 150... 250 Гц
хорошей, если асинхронизм	\leq 50... 100 Гц
высокого качества, если	\leq 20... 30 Гц

Зависимость разборчивости звуков от величины асинхронизма



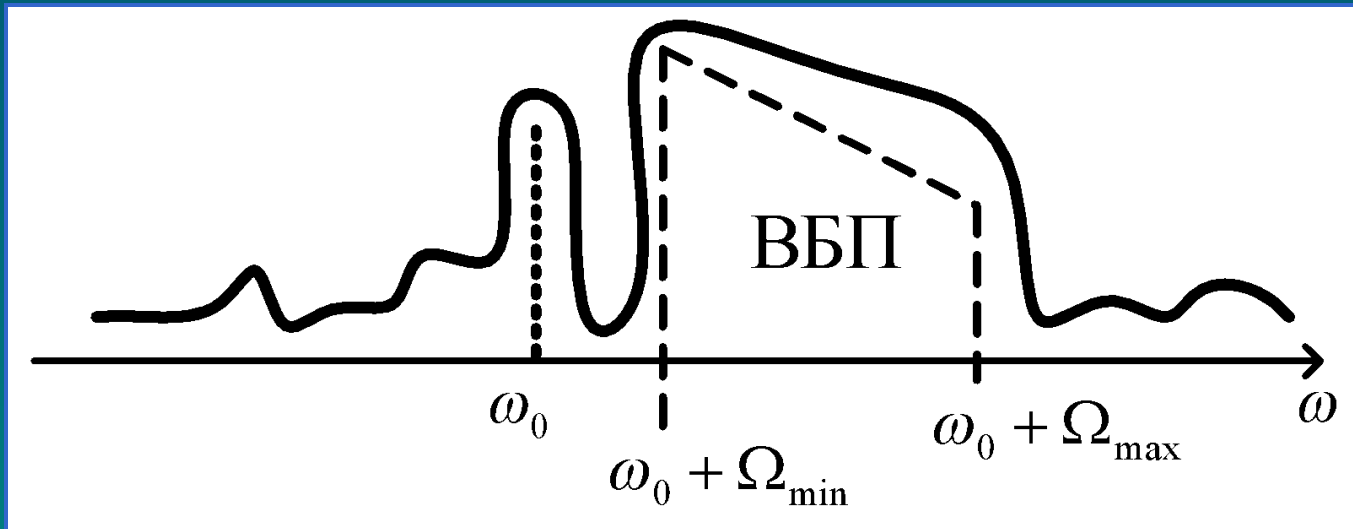
3.3. Частный тракт приема сигналов ОМ с "пилот"- сигналом

НЗЕ-В
РЗЕ-В



$$\omega_0 = \omega_{ПЧ}$$

НЗЕ-А
РЗЕ-А



Структурная схема ЧТП сигналов ОМ с "пилот" - сигналом (R3E)

однополосная радиопередача с ослабленной несущей

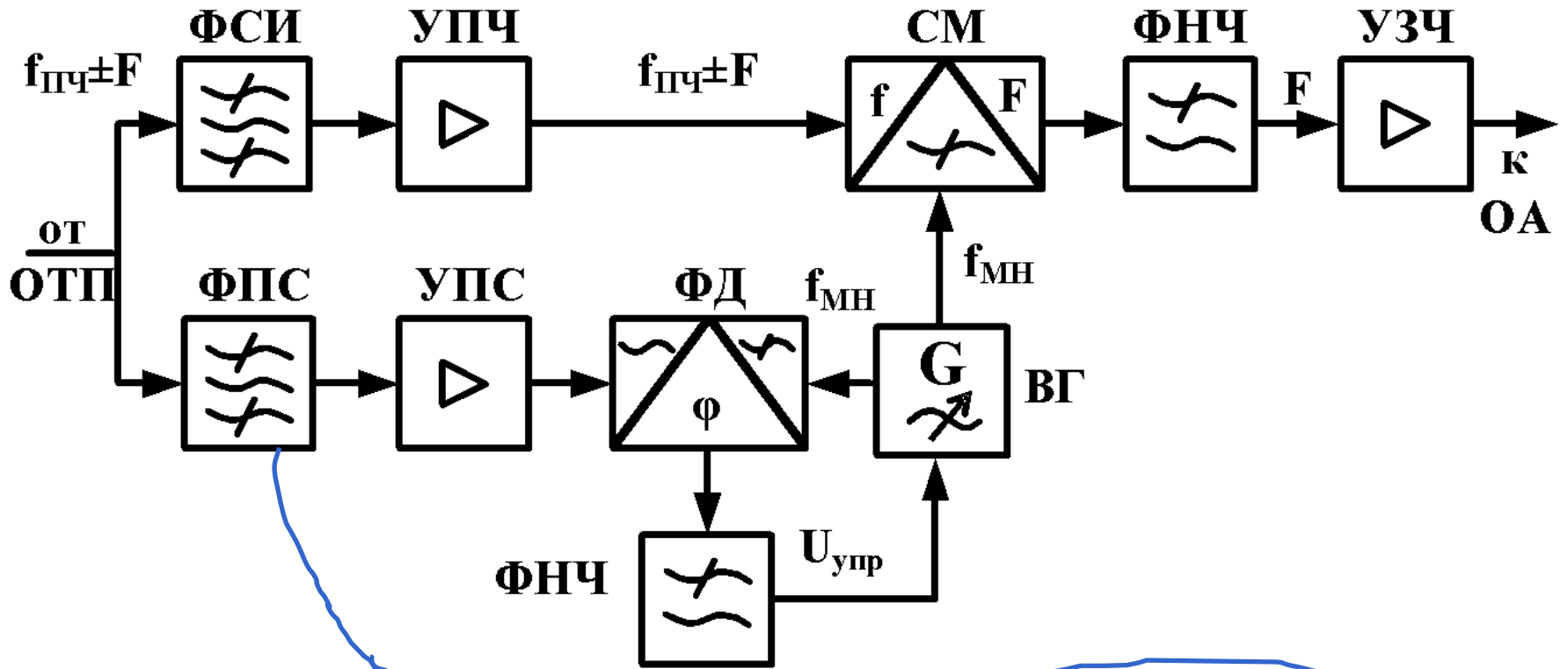


Рис. 3.3

$$f_{\text{cp}}^{\text{ФСИ}} = f_{\text{ПЧ}} \pm \frac{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}}{2}$$

$$f_{\text{cp}}^{\text{ФПС}} = f_{\text{ПЧ}}$$

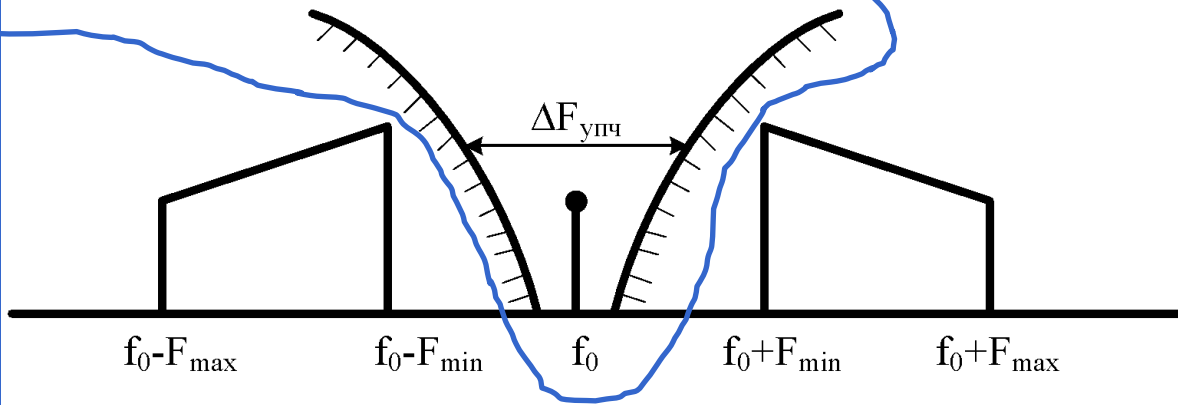


Рис. 3.4

Структурная схема ЧТП сигналов ОМ с "пилот" - сигналом (НЗЕ)

однополосная радиопередача с полной несущей

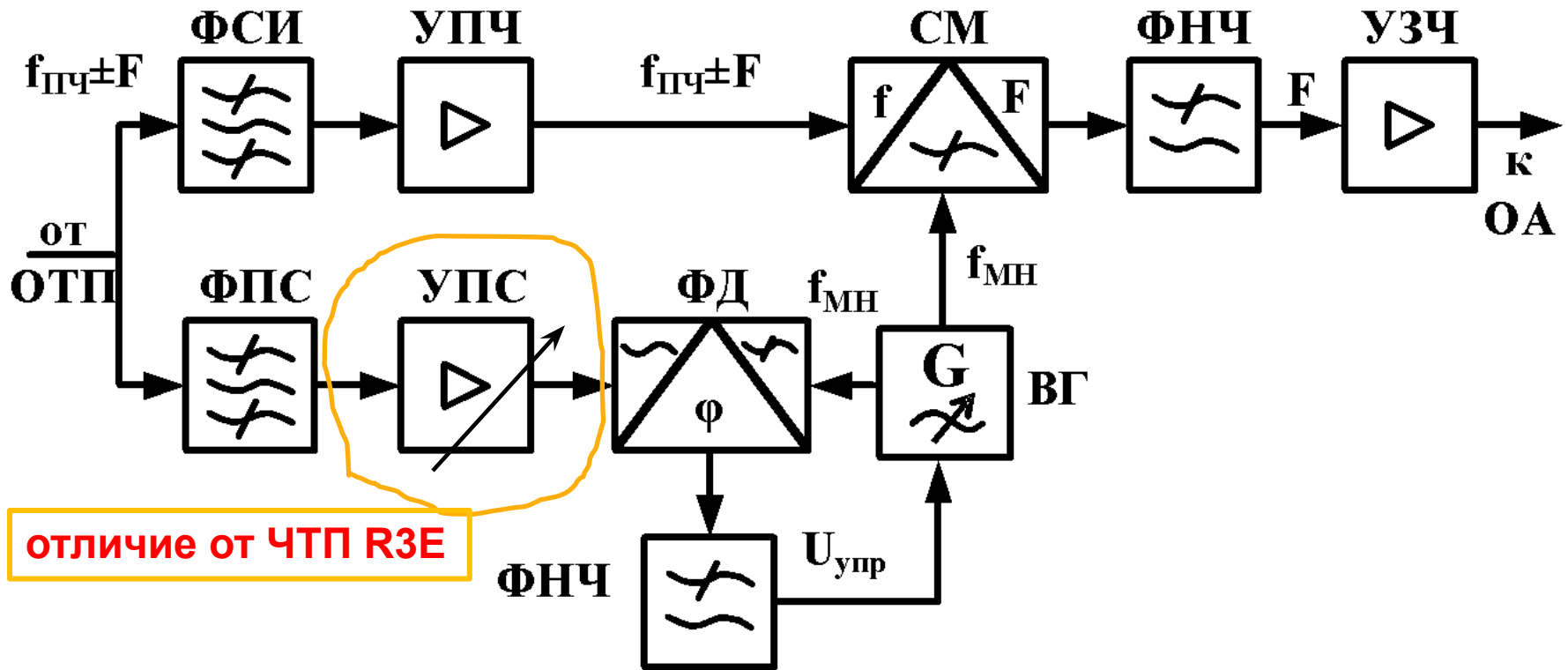
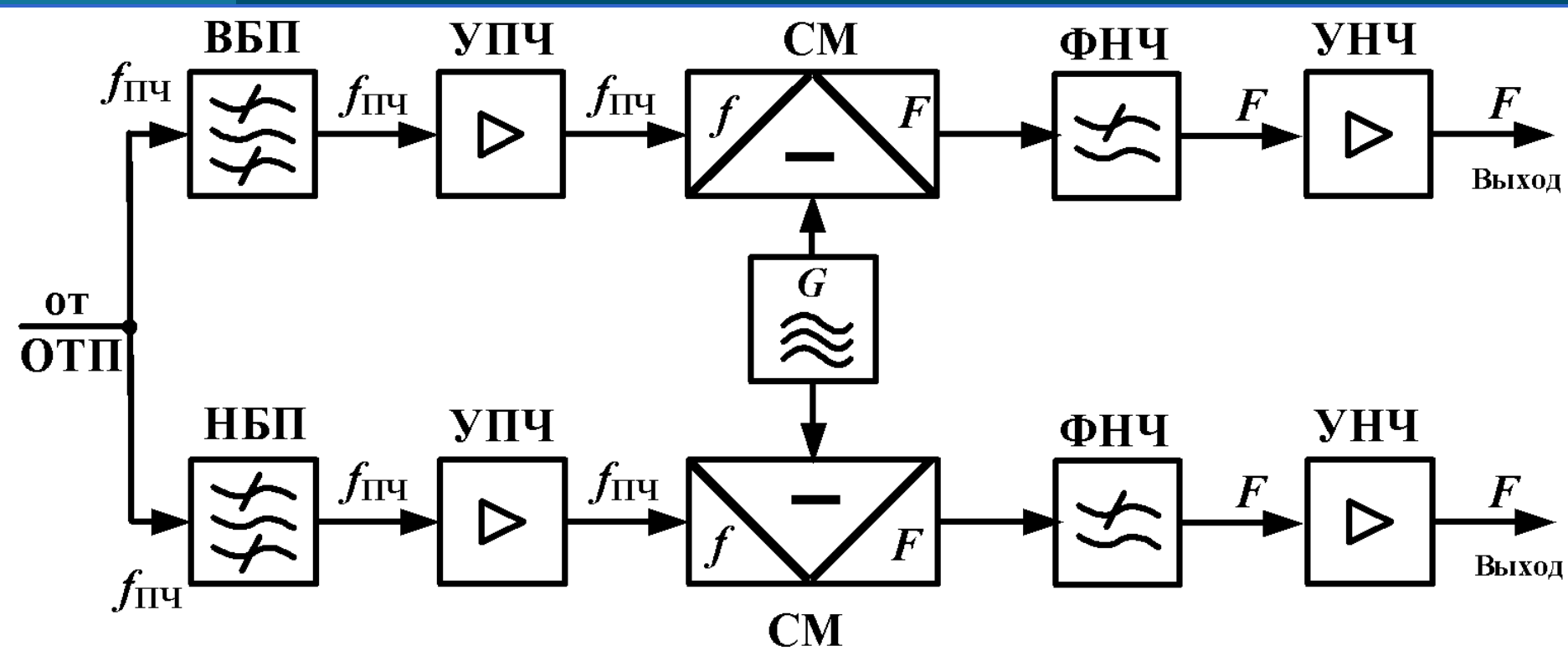
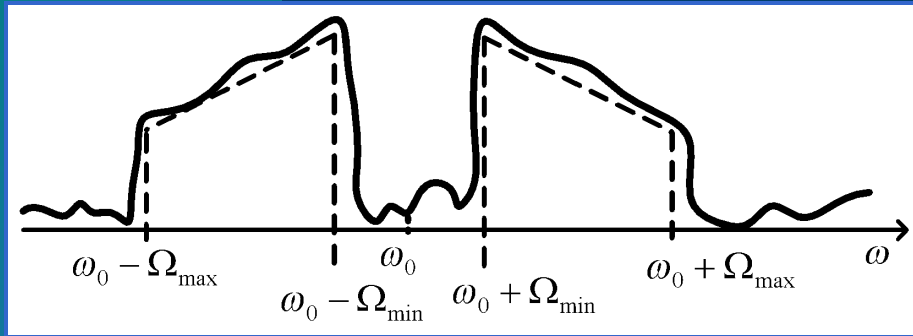
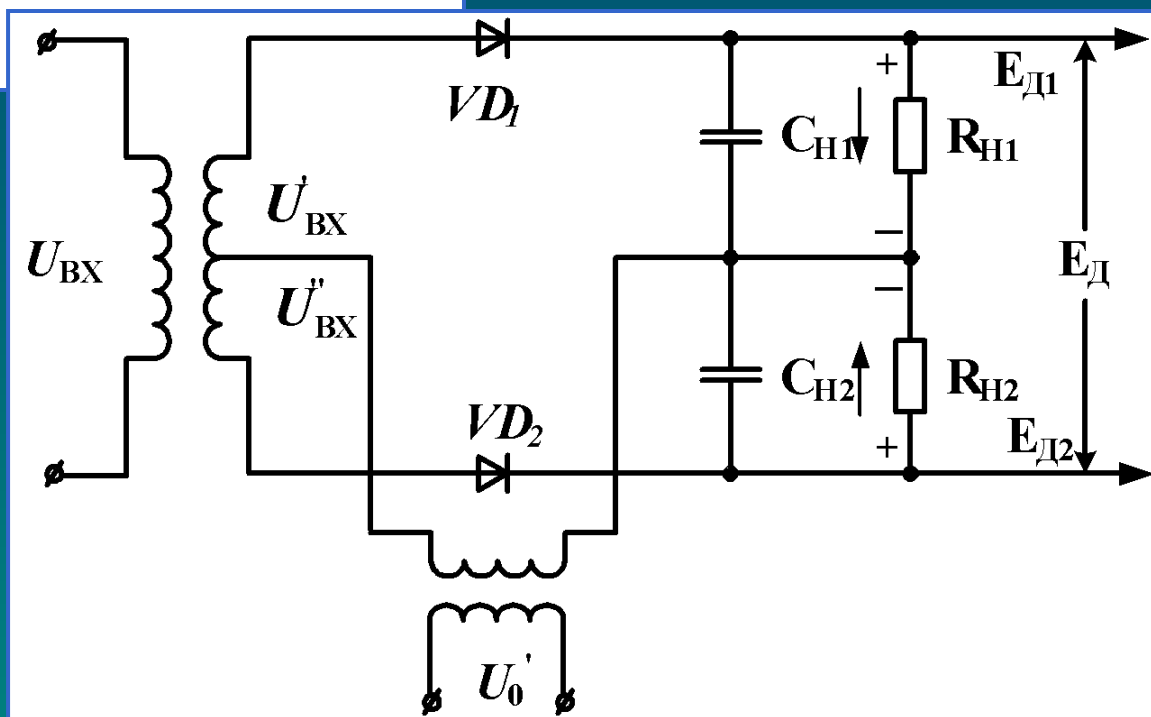
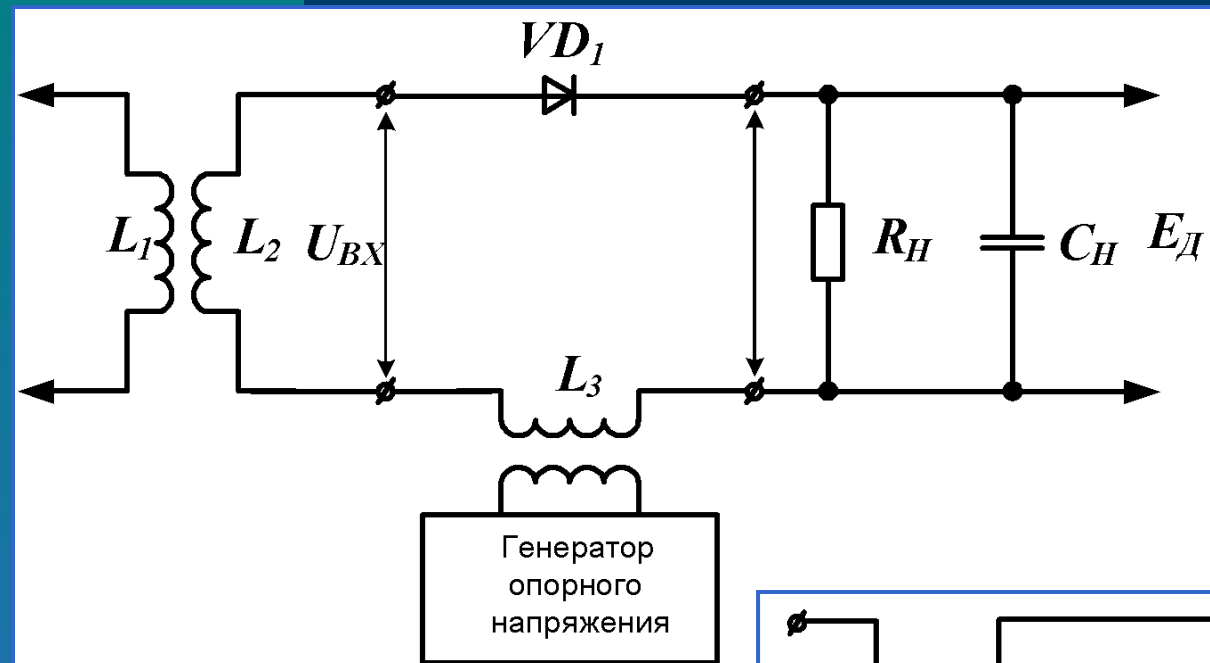


Рис. 3.3

Структурная схема ЧТП при двухканальной работе сигналами ОМ (В8Е)



Примеры построения схем синхронного демодулятора



Помехоустойчивость радиоприёмников при работе с сигналами амплитудной модуляции (АМ) и однополосной модуляции (ОМ)

Каждая система модуляции с точки зрения помехоустойчивости приёма непрерывных сообщений оценивается выигрышем q или обобщённым выигрышем системы модуляции (q')

$$q = \frac{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right)_{\text{ВЫХ}}}{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right)_{\text{ВХ}}};$$

$$q' = \frac{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right)_{\text{ВЫХ}} \Delta F_{\text{ПС}}}{\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right)_{\text{ВХ}} \Delta F_{\text{МС}}}$$

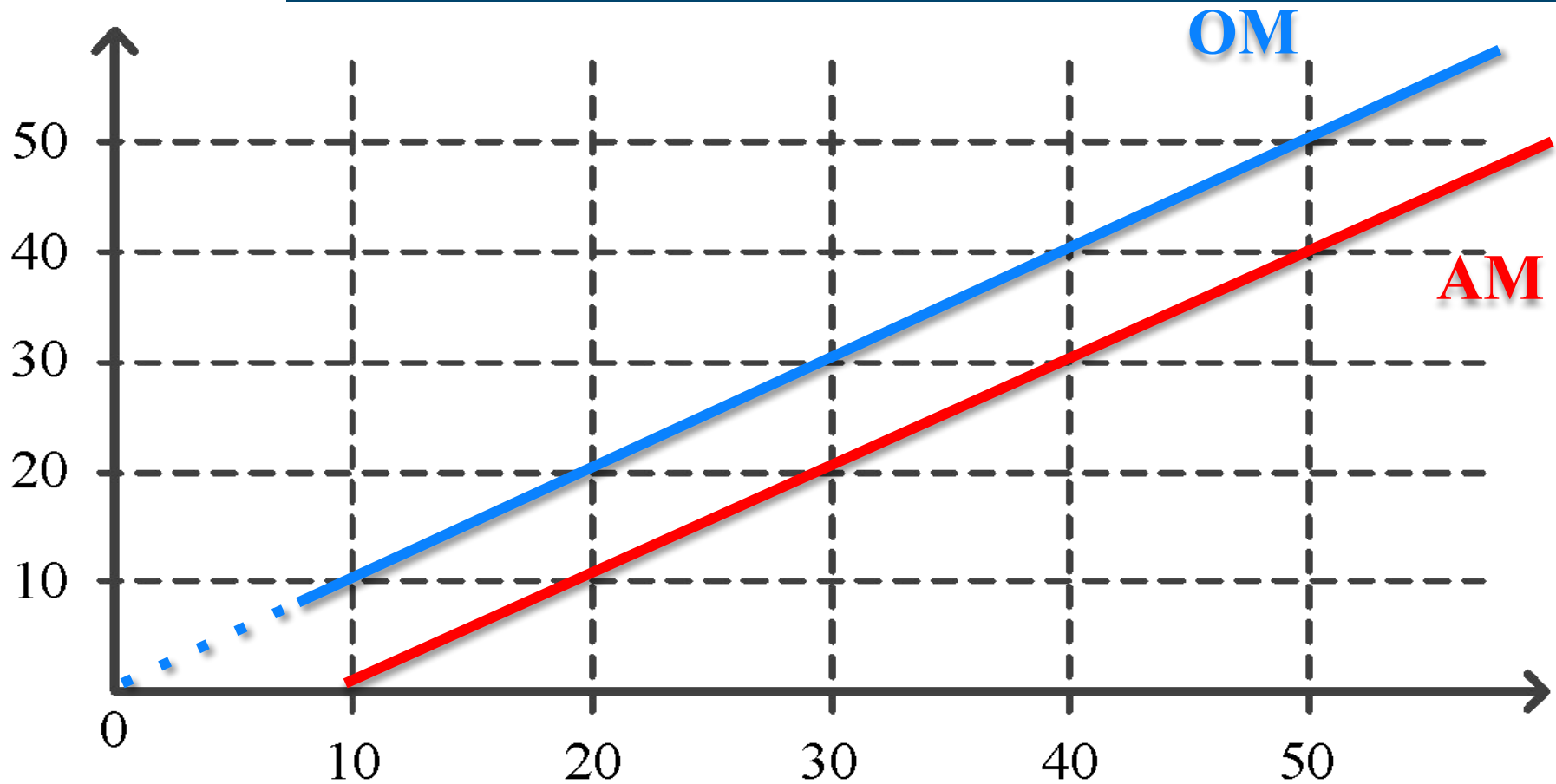
Установлено [2], что для указанных модуляций выигрыш и обобщённый выигрыш соответственно составляют:

✓ для АМ: $q_{\text{АМ}} \approx m_{\text{АМ}}^2 < 1$; $q'_{\text{АМ}} \approx m_{\text{АМ}}$, т.к. $m_{\text{АМ}} = 0,3$, то $q' < 1$;

✓ для ОМ: $q_{\text{ОМ}} = 1$; $q' = 1$;

Графики зависимости выигрыша для различных видов модуляции

$\left(\frac{P_c}{P_{ш}}\right)_{\text{ВЫХ}}$ [дБ]



$\left(\frac{P_c}{P_{ш}}\right)_{\text{ВХ}}$ [дБ]

Чувствительность радиоприёмника при работе с разными радиосигналами

Детектор как нелинейный элемент изменяет отношение полезного сигнала к шуму на своём выходе по сравнению с таким же отношением на входе, поэтому выражение для реальной чувствительности приёмника зависит от конкретных видов принимаемых сигналов и методов приёма (видов демодуляторов).

В зависимости от вида принимаемого радиосигнала при определении реальной чувствительности радиоприёмника учитывается величина обратная выигрышу системы модуляции

$$\xi = \frac{1}{q};$$

1.

Выражение для реальной чувствительности радиоприёмника в единицах мощности с учетом величины обратной выигрышу системы модуляции:

$$P_{A0} = P_{с\text{вх}} = k \cdot T_0 \cdot \Delta F_{\text{эфф}} \cdot N_{\text{пр}} \cdot \gamma \cdot \xi \text{ [Вт].}$$

γ – коэффициент - различимости (превышения) сигнала над шумом С/Ш на выходе УТ.

Превышение сигнала над шумом С/Ш на выходе УТ задается коэффициентом различимости (превышения) $\gamma = P_{с\text{ вых}} / P_{ш\text{ вых}}$, минимально допустимое значение которого зависит от характера принимаемого сообщения, требуемого качества приема и вида модуляции сигнала

Вид сигнала и способ регистрации	Коэффициент различимости	
	по мощности γ	по напряжению β
Радиотелефонная связь:		
а) с АМ	9...100	3...10
б) с ЧМ	4...16	2...4
в) с ОМ	4...9	2...3
Радиотелеграфная связь:		
а) при приеме на слух	0,5...4	0,7...2
б) автоматический телеграф	9...100	3...10

2.

Чувствительность радиоприёмника в единицах э.д.с. (напряжения) с учетом величины обратной выигрышу системы модуляции:

$$E_{A0} \approx \frac{\beta}{8} \sqrt{\Delta F_{\text{эфф}} [\text{кГц}] \cdot R_A [\text{кОм}] \cdot N_{\text{пр}} \cdot \xi} \quad [\text{мкВ}].$$

$\beta = \sqrt{\gamma}$ — превышение сигнала над шумом по напряжению.

Чувствительность радиоприёмника при работе с сигналами частотной модуляции

Величина обратная выигрышу
для радиосигнала частотной модуляции

$$\xi = \frac{1}{q_{\text{ЧМ}}} = \frac{1}{m_{\text{ЧМ}}}.$$

1.

Выражение для реальной чувствительности радиоприёмника сигналов частотной модуляции, измеренной в единицах мощности:

$$P_{\text{А0}} = P_{\text{СВХ}} = k \cdot T_0 \cdot \Delta F_{\text{эфф}} \cdot N_{\text{пр}} \cdot \gamma \cdot \frac{1}{m_{\text{ЧМ}}} \quad [\text{Вт}].$$

2.

Чувствительность радиоприёмника сигналов частотной модуляцией в единицах э.д.с.:

$$E_{\text{А0}} \approx \frac{\beta}{8 \cdot m_{\text{ЧМ}}} \sqrt{\Delta F_{\text{эфф}} [\text{кГц}] \cdot R_{\text{А}} [\text{кОм}] \cdot N_{\text{пр}}} \quad [\text{мкВ}].$$

Чувствительность радиоприёмника при работе с сигналами однополосной модуляции

Величина обратная выигрышу
для радиосигнала однополосной модуляции

$$\xi = \frac{1}{q_{OM}} = 1.$$

1.

Выражение для реальной чувствительности радиоприёмника сигналов однополосной модуляции, измеренной в единицах мощности:

$$P_{A0} = P_{свх} = k \cdot T_0 \cdot \Delta F_{эфф} \cdot N_{пр} \cdot \gamma \cdot 1 \text{ [Вт]}.$$

2.

Чувствительность радиоприёмника сигналов с однополосной модуляцией в единицах э.д.с.:

$$E_{A0} \approx \frac{\beta}{8.1} \sqrt{\Delta F_{эфф} \text{ [кГц]} \cdot R_A \text{ [кОм]} \cdot N_{пр}} \text{ [мкВ]}.$$

Чувствительность радиоприёмника при работе с сигналами амплитудной модуляции

Величина обратная выигрышу
для радиосигнала амплитудной модуляции

$$\xi = \frac{1}{q_{AM}} = \frac{1}{m_{AM}^2}.$$

1.

Выражение для реальной чувствительности радиоприёмника сигналов амплитудной модуляции, измеренной в единицах мощности:

$$P_{A0} = P_{свх} = k \cdot T_0 \cdot \Delta F_{эфф} \cdot N_{пр} \cdot \gamma \cdot \frac{1}{m_{AM}^2} \text{ [Вт]}.$$

2.

Чувствительность радиоприёмника сигналов амплитудной модуляцией в единицах э.д.с.:

$$E_{A0} \approx \frac{\beta}{8 \cdot m_{AM}} \sqrt{\Delta F_{эфф} \text{ [кГц]} \cdot R_A \text{ [кОм]} \cdot N_{пр}} \text{ [мкВ]}.$$

$$m_{AM} \approx 0,3: \text{ поэтому } \frac{1}{m_{AM}} \approx 3,3 \text{ и } \frac{1}{m_{AM}^2} \approx 11,1.$$

Сужение полосы пропускания РПрУ при ОМ помимо возможности увеличения в два раза числа радиостанций улучшает отношение сигнал/шум на выходе радиоприемника.

Для приема ОМ-сигналов в РПрУ необходим генератор-восстановитель несущего колебания.

Детектирование сигналов осуществляется с помощью синхронного детектора.

Прием однополосных сигналов может осуществляться при наличии пилот-сигнала и без него. По этому признаку структурные схемы ЧТП ОМС можно разделить на два больших класса (в зависимости от наличия или отсутствия тракта выделения пилот-сигнала).

Современные профессиональные приемники ОМС, как правило, строятся по универсальной схеме, позволяющей осуществлять детектирование ОМС всеми рассмотренными выше способами.

При детектировании ОМ-сигналов возникают нелинейные искажения из-за малого уровня восстановленной несущей и из-за погрешности восстановления частоты несущего колебания.

Задание на самоподготовку

1. Изучить материал занятия по рекомендуемой литературе и дополнить конспект.

Рекомендуемая литература

- ✓ Радиоприемные устройства: Учебник/ В.Ю. Бортникер, П.А. Иванкин, А.А. Петухов. – СПб: ВАС, 2005, стр. 384...411.
- ✓ Юрченко М.Г., Казанов В.В. Радиоприёмные устройства: Курс лекций. В 4-х частях. Часть 3: Частные тракты приёма различных видов сигналов. Орёл: Академия, 2004, стр. 36 ... 101.
- ✓ Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов. Учебное пос. для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007, стр. 385...405.
- ✓ Румянцев К.Е. Приём и обработка сигналов: **сборник задач и упражнений:** уч. пособие для вузов - М.: Издательский центр "Академия", 2006, стр. 107 ... 200.

2. Подготовить ответы на контрольные вопросы из курса лекций (часть 3, стр. стр. 36, 101).
3. Подготовиться к письменной работе по материалу занятия.

(список примерных вопросов направленцам уточнить у преподавателя)

Конец занятия