**Билет 1**

1. **Радиосигнал как носитель информации, основные параметры.**

Радиосигнал представляет собой несущее колебание промодулированное информационным сигналом. Несущее колебание – гармонический сигнал с неизменной амплитудой и частотой.Модуляция – процесс изменения параметров несущео колебания в соответсвии с передаваемой информацией.

Радиосигнал : s(t)=A(t)cos(F(t))

Можнорасписать: s(t)=A(t)[cos(wt)cos(f(t))-sin(wt)sin(f(t))]

Т.е. любой радиосигнал с любой модуляцией можно создать с помощью двух ортогональных сигналов с амплитудной модуляцией.

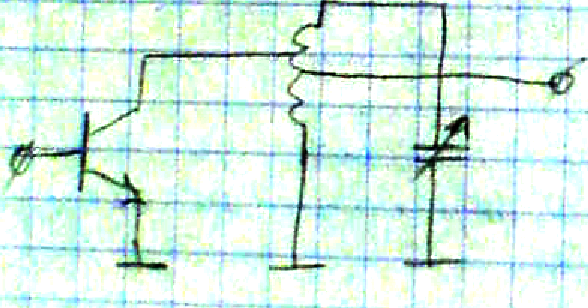
Параметры радиосигнала:

1. Частота – частота несущего колебания, это не обязательно середина спектра.
2. Вид модуляции – амплитудная, угловая
3. Ширина спектра

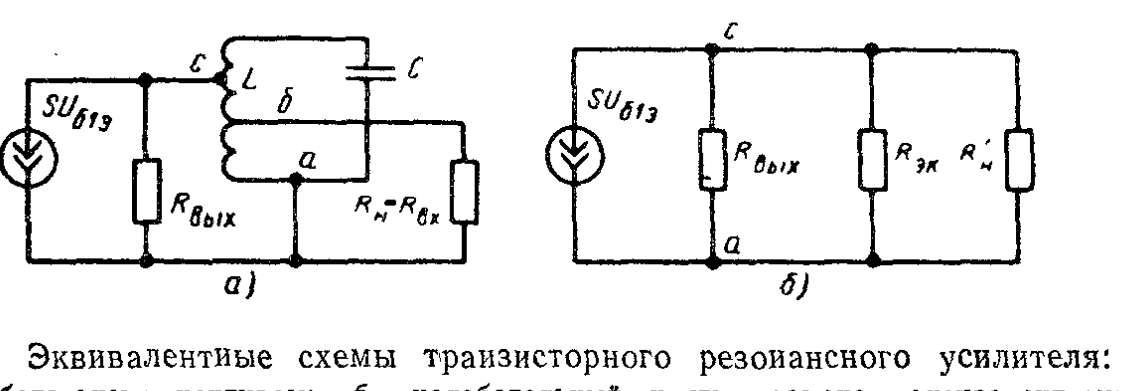
Необходимая ширина полосы чатсот – ширина полосы частот, необходимая для передачи информации с заданной скоростью и качеством.

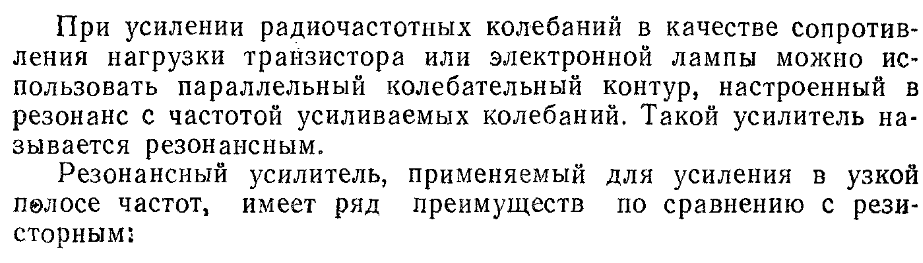
Занимаемая ширина полосы частот – полоса частот, в пределах сосредоточена заданная частть мощности излучения( обычно 99%)

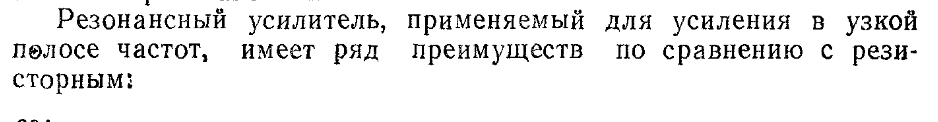
1. **Резонасный усилитель радиосигналов, проектирование по критерию максимального усиления при заданной полосе пропускания**

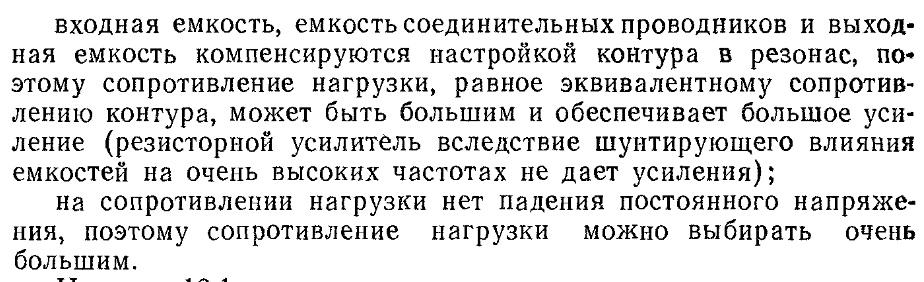


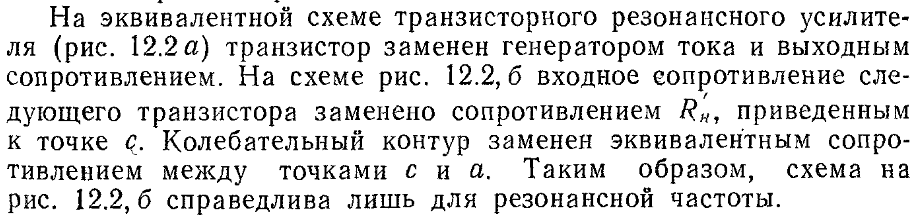
Резонасный усилитель↑

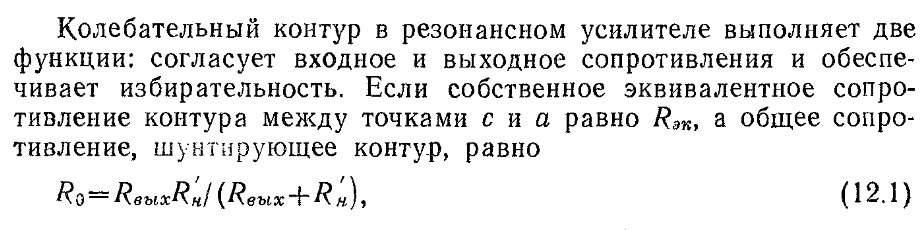




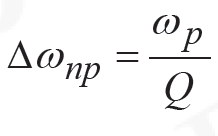






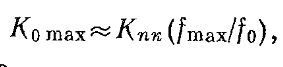


**Проектирование по критерию максимального усиления при заданной пропускания:**

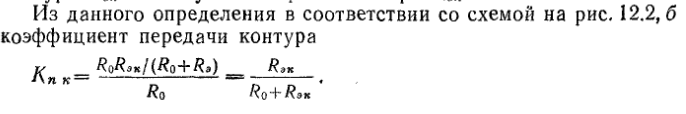
wпр = 2\* pi \* fпр – полоса пропускания, wp=2\*pi\*fp–резонанс. Частоты

Q – добротность колебательного контура

Предельное значение усиления резонансного усилителя:

f0 – резонанс. частота,

fmax – макс. Частота генерации транзистора



**БИЛЕТ 2**

1. **РПУ прямого усиления**

Приемники прямого усиления (рис.1.6) получили распространение после изобретения в 1906 г. Л. де Форестом лампового усилительного элемента – триода.



Рис.1.6

На рисунке обозначены:

ВЦ- входная цепь;УРЧ – усилитель сигналов радиочастоты;УНЧ – усилитель сигналов низкой частоты.

Основное усиление в таких приемниках обеспечивается на частоте полезного сигнала. В РПрУ прямого усиления с переменной настройкой, т.е. функционирующих в широком диапазоне рабочих частот, все колебательные системы должны синхронно перестраиваться по частоте. РПрУ прямого усиления обладают следующими основными недостатками:

1. Плохая частотная избирательность по соседнему каналу при использовании одиночных контуров. При использовании многоконтурных резонансных систем приходится решать задачу их синхронной перестройки.
2. Частотная избирательность ухудшается с увеличением частоты полезного сигнала.
3. Зависимость коэффициента передачи усилительного каскада от частоты усиливаемого сигнала. Во-первых, это связано с частотной зависимостью усилительной способности активных элементов:

 , (1.6)

где - крутизна проходной характеристики активного элемента;

- граничная частота по крутизне, на которой S по сравнению с низкочастотным значением проводимости прямой передачи  для схемы с общим эмиттером уменьшается на 3 дБ. Необходимо использовать транзисторы, для которых .

Во-вторых, это связано с параметрами колебательного контура. Коэффициент передачи каскада равен

, (1.7)

где - эквивалентное резонансное сопротивление колебательного контура:

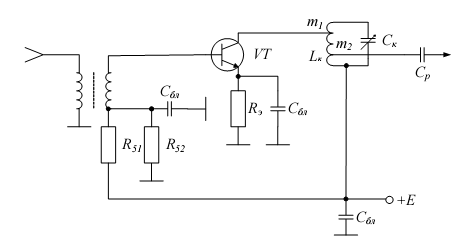
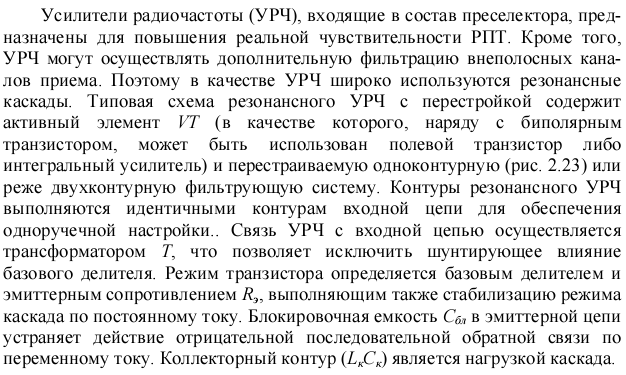
 . (1.8)

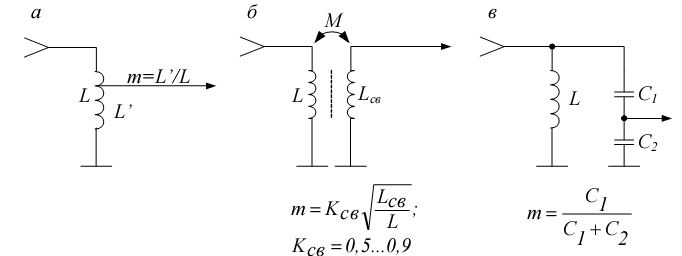
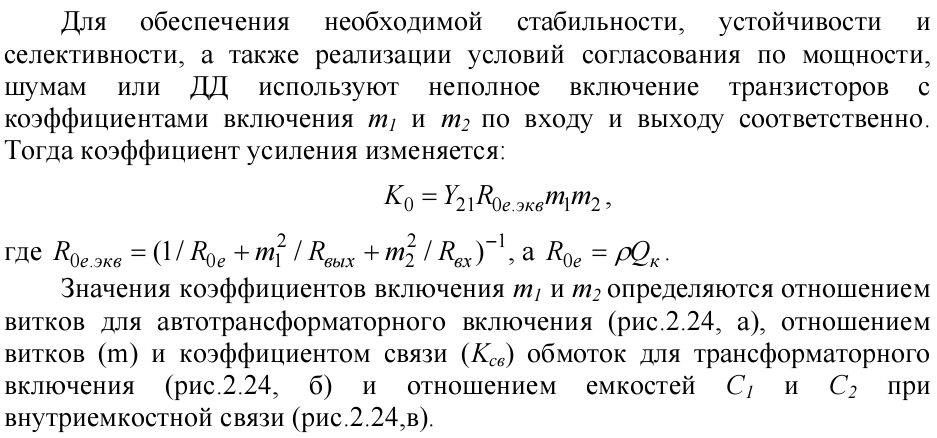
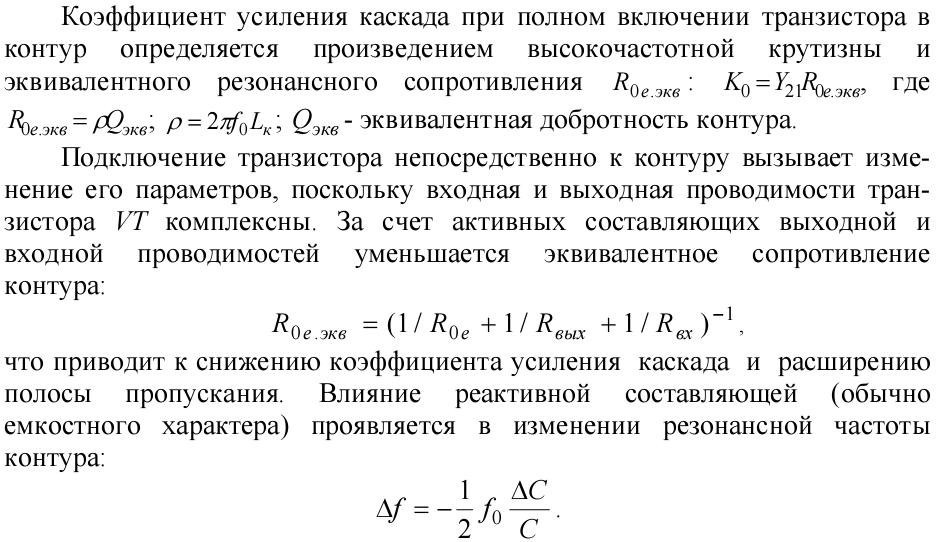
Используя (1.2)-(1.4) и (1.7)-(1.8) легко показать, что коэффициент передачи равен

.

Сопротивление потерь r увеличивается с ростом частоты, поэтому при постоянном значении контурной емкости С коэффициент передачи связан с частотой настройки контура обратной кубичной зависимостью . Это означает, что в многодиапазонном приемнике при изменении начальной частоты диапазона в 2 раза за счет изменения индуктивности и неизменной емкости общее усиление всех каскадов уменьшится в 8 раз.

1. **Резонансный усилитель радиосигналов РПУ, зависимость коэф. Передачи от коэф. Включения источника сигнала и нагрузки.**

Усилитель, в котором нагрузкой служит один колебательный контур, настроенный в резонанс на несущую частоту усиливаемого сигнала, принято называть резонансным. В зависимости от числа контуров в каскаде усилители бывают одноконтурными и многоконтурными. ****

****

**Билет №3**

**1.Супергетеродинный РПУ. Достоинства и недостатки.**

В 1918 году был разработан принцип супергетеродинного приема сигналов, который был реализован в супергетеродинном приемнике (рис.1.12).



Рис 1.12

Супергетеродинные приемники обладают функцией преобразования частоты. Имеются как достоинства так и недостатки таких приемников. К достоинствам можно отнести:

1. Обеспечение высокой избирательности по соседнему каналу как за счет выбора низкой промежуточной частоты , так и за счет применения многоконтурных неперестраиваемых сложных колебательных систем в усилителе промежуточной частоты (УПЧ).
2. Основное усиление обеспечивается в УПЧ на фиксированной частоте в отличие от приемников прямого усиления, к тому же частота эта может быть достаточно низкой.



Рис.1.13

К недостаткам супергетеродинного приемника относится:

1. Наличие побочных каналов приема. Это обусловлено неоднозначностью процесса получения промежуточной частоты. Из рис.1.13 видно, что фиксированному значению  соответствуют две частоты сигнала

.

При частоте полезного сигнала составляющая с частотой  называется зеркальным каналом, частота которого рассчитывается по формуле

.

При частоте полезного сигнала  зеркальным каналом называется составляющая с частотой , частота которой рассчитывается по формуле

.

Вторым побочным каналом в реальных РПрУ является составляющая сигнала с частотой . Этот канал называется прямым и появляется он из-за неидеальности характеристик смесителя в ПЧ. Идеальным смесителем является устройство, реализующее процесс идеального перемножения сигналов. На выходе такого смесителя отсутствуют сигналы с частотами . На практике же на выходе реального смесителя всегда присутствует сигнал с частотой .

Обязанность подавления зеркального и прямого каналов в супергетеродинном приемнике возлагается на преселектор, куда входит ВЦ и УРЧ.

1. Усложнение схемы приемника.
2. Появление дополнительного возможного источника сигналов помех в виде гетеродина.

**2.Нелинейный диодный смеситель. Принцип работы. Основные параметры.**

Простейший диодный преобразователь состоит из смесителя, включающего один диод VD, цепь автома­тического смещения RоСо и фильтра Lк2Ск2 (рис.6.14). При отсутствии постоянного смещения диод работает с углом отсечки .



Рис.6.14

Эквивалентная схема диодного ПЧ представлена на рис.6.15

f1

f2

f0

g(t)0

iд

Рис.6.15

При больших уровнях сигнала гетеродина возможна линейная аппроксимации вольтамперной характеристики смесительного диода : .

Это позволяет определить внутренние параметры диодного ПЧ следующим образом:

 (6.45)

 (6.46)

Для диодов, как известно, крутизна представляет собой внутреннюю проводимость. При воздействии напряжения гетеродина кру­тизна диода периодически изменяется с частотой , поэтому при подаче на вход ПЧ напряжения сигнала на выходе появляются составляю­щие с комбинационными частотами . Составляющая создает на выходном контуре напряжение за счет прямого преобразования частоты. Однако поскольку диодный ПЧ взаимное устройство, оказывается приложенным к диоду так же, как и и .

Таким образом, в диодном ПЧ возможно обратное преобразование частоты: . Это крупный недостаток диодных смесителей.

**Билет №4**

1.Преобразование частоты, основной и паразитные каналы.

Преобразование частоты (ПЧ) – линейный перенос принимаемых сигналов (с соблюдением всех необходимых соотношений по амплитуде и частоте между их спектральными составляющими) из одной частотной области в другую, где условия их оптимальной обработки наиболее благоприятны.

При частоте полезного сигнала составляющая с частотой  называется зеркальным каналом, частота которого рассчитывается по формуле

.

При частоте полезного сигнала  зеркальным каналом называется составляющая с частотой , частота которой рассчитывается по формуле

.

Вторым побочным каналом в реальных РПрУ является составляющая сигнала с частотой . Этот канал называется прямым и появляется он из-за неидеальности характеристик смесителя в ПЧ. Идеальным смесителем является устройство, реализующее процесс идеального перемножения сигналов. На выходе такого смесителя отсутствуют сигналы с частотами . На практике же на выходе реального смесителя всегда присутствует сигнал с частотой .

Обязанность подавления зеркального и прямого каналов в супергетеродинном приемнике возлагается на преселектор.

**2.Дробовой шум, параметры**

В электронной лампе акты вылета электронов с катода или попадания их на анод образуют последовательность независимых событий, происходящих в случайные моменты времени. Поэтому токI(t ), протекающий через нее, флуктуирует. То же самое происходит в транзисторе или полупроводниковом диоде, так как пролет носителей через потенциальные барьеры осуществляется независимо в случайные моменты времени. Это явление и называют дробовым шумом. Таким образом, специфическая особенность дробового шума– физическое разделение двух областей: области, где случайно рождаются носители тока (катод, эмиттер или база), и области, где они взаимодействуют с внешним электрическим полем.

Этот вид шумов вызван дискретной природой носителей заряда. Точно так же, если по проводнику течет постоянный ток, то среднее число носителей заряда, протекающее по нему в единицу времени, постоянно. В то же время в каждый момент времени число носителей заряда статистически изменяется. Это вызывает флуктуации тока. Такое явление называют дробовым эффектом по аналогии с ударами дроби, падающей на металлическую пластину.

Теоретический анализ дробового шума был проведен У.Шотки в 1918 г.

При низких частотах спектральная плотность тока постоянна ≈const и эффективный шумовой ток не зависит от частоты (является белым шумом). Эффективный шумовой ток пропорционален величине среднего тока и не зависит от температуры окружающей среды.

1. Дробовые шумы - неравномерность испускания электронов катодом в единицу времени.

Рассчитываются по формуле Шоттки

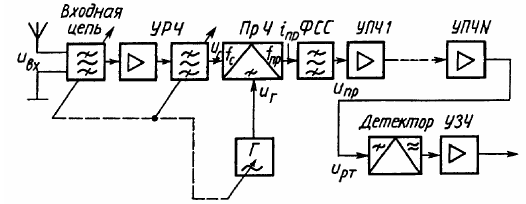
,

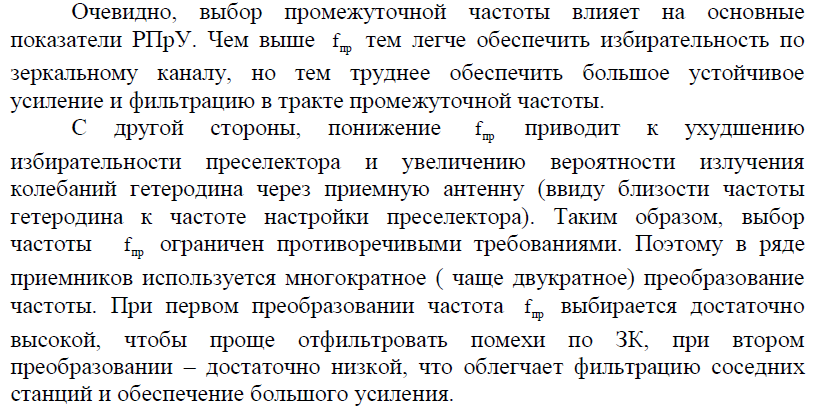
где  Кл – заряд электрона,  – постоянный ток анода.

**Билет 5**

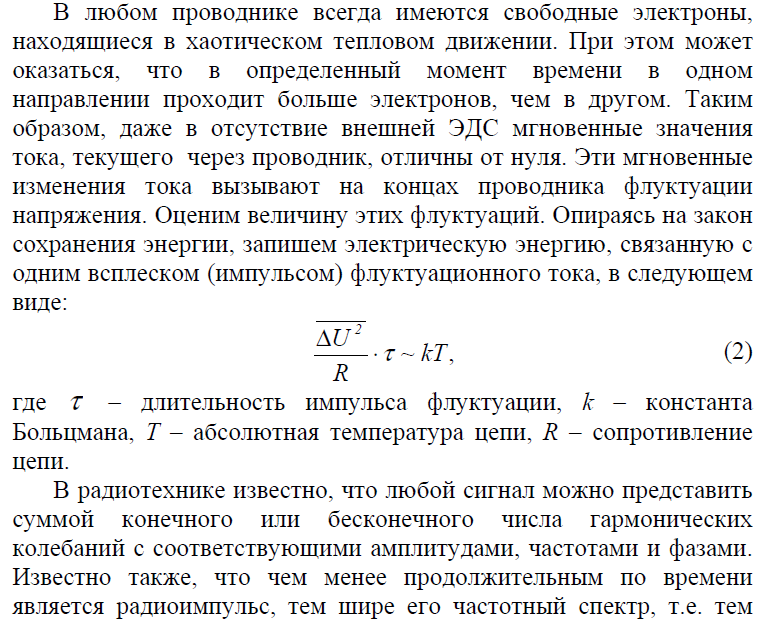
**1.Выбор промежуточной частоты в супергетеродинном РПУ, двойное преобразование частоты**

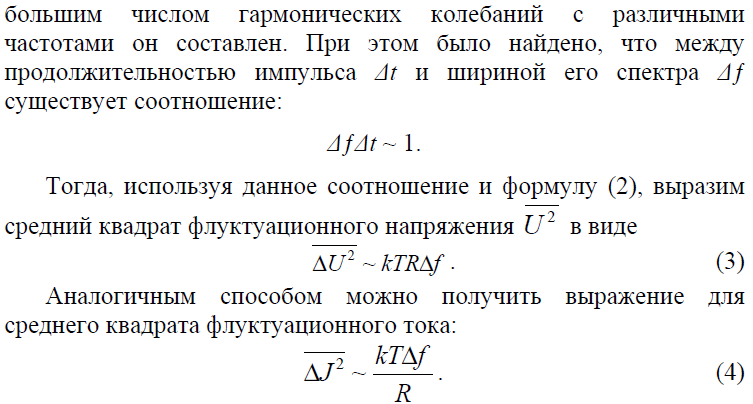
Супергетеродинный приемник

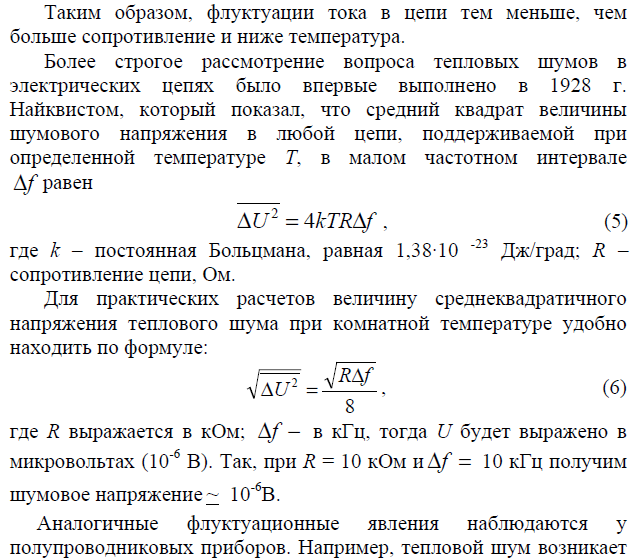


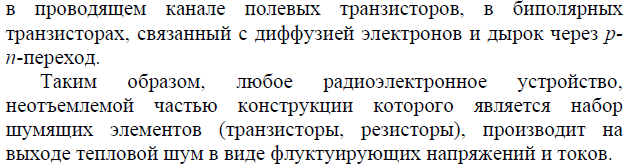
****

**2. Тепловой шум, параметры**

****

****

****

****

Радиоэлектронные шумы — случайные колебания токов и напряжений в радиоэлектронных устройствах, возникают в результате неравномерной эмиссии электронов в электровакуумных приборах (дробовой шум, фликкер-шум), неравномерности процессов генерации и рекомбинации носителей заряда (электронов проводимости и дырок) в полупроводниковых приборах, теплового движения носителей тока в проводниках (тепловой шум), теплового излучения Земли и земной атмосферы, а также планет, Солнца, звёзд, межзвёздной среды и т. д. (шумы космоса).

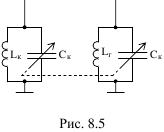
**6.1 Сопряжение частот настройки гетеродина и преселектора в супергетеродинном РПУ.**

В супергетеродинном РПУ необходимо согласование настроек контуров гетеродина и преселектора. Если для настроек используется блок конденсатор переменной емкости(КПЕ) с одинаковыми ёмкостями, то требуется сопряжение настроек контуров гетеродина и преселектора. Это объясняется различными требованиями к коэффициентам перекрытия контуров.

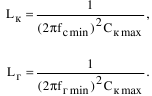
В качестве примера рассмотрим РПрУ с частотным диапазоном fсminB=100кГц и fcmax B=300кГц, промежуточная частота fпч =400кГц, настройка осуществляется КПЕ с Скnin B=20пФ и Скmax B=180пФ. Коэффициент перекрытия частотного диапазона kд=300/100=3. В соответствии с формулой Томпсона

(8.1)

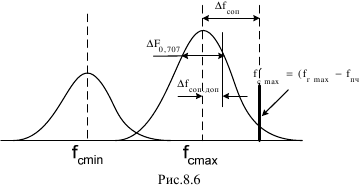
изменение емкости сигнального контура в 9 раз обеспечивает перекрытие заданного диапазона частот. Так как использован супергетеродинный приемник, то посмотрим, что произойдет, если аналогичный элемент настройки будет применен и в контуре гетеродина (рис.8.5): Минимальная и максимальная частоты сигнала гетеродина равны: fг min=100+400=500 кГц, fг max =300+400=700 кГц.



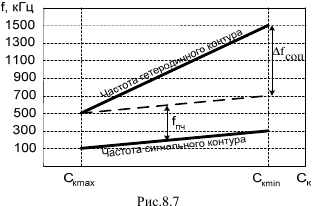
Индуктивность сигнального и гетеродинного контуров выбираем в соответствии с формулой Томпсона



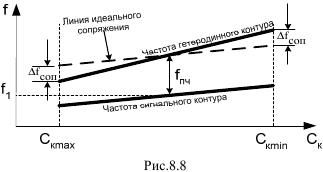
Если теперь уменьшить Ск в 9 раз, то частота гетеродина в соответствии с (8.1) изменится в 3 раза и станет равной f’гmax B=1500 кГц, что будет существенно отличаться от требуемого для получения промежуточной частоты значения. Приемник с точки зрения частоты гетеродина окажется настроенным не на частоту 300 кГц, а на частоту сигнала, равную 1500-400=1100 кГц. А так как сигнальный контур при этом будет настроен на частоту 300 кГц, то имеет место ошибка рассогласования (или сопряжения), равная 1100-300=800 кГц и сигнал будет значительно ослаблен. Считается допустимой ошибка рассогласования, не превышающая половины полосы пропускания преселектора (рис.8.6).



В данном примере большая ошибка сопряжения связана с избыточным диапазоном изменения емкости контура гетеродина. Необходимо, чтобы для контура гетеродина Сkmax/Ckmin=(frmax/frmin)2=(700/500)2 ≈ 2

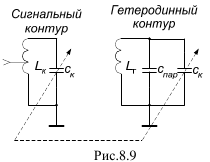


Как видно из рис.8.7, точное сопряжение (равенство fr-fc= fпч) имеет место только в одной точке в начале диапазона. Такой вид сопряжения настроек контуров сигнала и гетеродина называется одноточечным сопряжением. Он допускается, если ошибка сопряжения по всему диапазону не превышает допустимого значения. Обычно одноточечное сопряжение выполняется в соответствии с рис.8.8 внутри диапазона на частоте f1 при небольших значениях коэффициента перекрытия диапазона по частоте kд≈1,1. При больших значениях kд применяется двухточечное и трехточечное сопряжение.

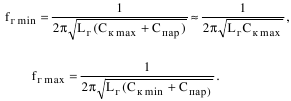


Существует несколько методов уменьшения ошибки сопряжения за счет изменения коэффициента перекрытия по емкости.

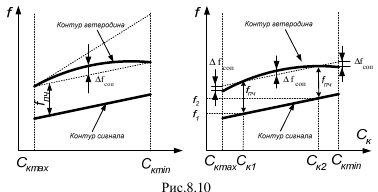
Первый метод сопряжения – параллельное двухточечное сопряжение с помощью дополнительной емкости, включаемой параллельно основной емкости контура гетеродина (рис.8.9).



Величина емкости Спар, выбирается такой, чтобы



При этом точное сопряжение получается в двух точках: в начале и в конце диапазона (рис.8.10,а)

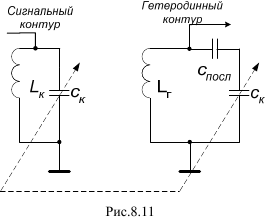


Появляющуюся внутри диапазона ошибку сопряжения можно существенно уменьшить, сместив частоты точного сопряжения внутрь рабочего диапазона (частоты f1 и f2 на рис.8.10,б). Частоты точного сопряжения выбираются таким образом, чтобы ошибки по краям и внутри диапазона были равными:

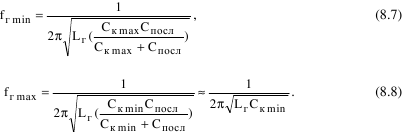


Двухточечное сопряжение применяется, если kд< 1,4.

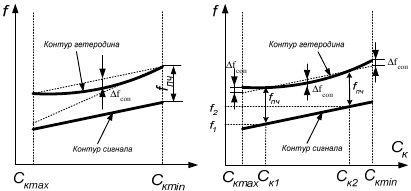
Второй метод сопряжения – последовательное двухточечное сопряжение с помощью дополнительной емкости, включаемой последовательно с основной емкостью контура гетеродина (рис.8.11).



Величина емкости Спосл, выбирается такой, чтобы



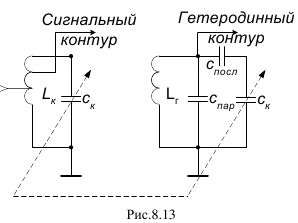
Точное сопряжение также получается в двух точках: в начале и в конце диапазона (рис.8.12,а)

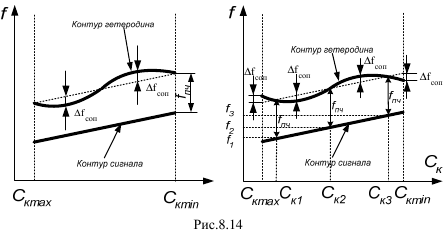


Ошибку сопряжения внутри диапазона можно существенно уменьшить, местив частоты точного сопряжения f1 и f2 внутрь рабочего диапазона (рис.8.12,б). Частоты точного сопряжения выбираются таким образом, чтобы ошибки по краям и внутри диапазона были равными.

Третий метод - комбинированное трехточечное сопряжение. Он заключается в сочетании параллельного и последовательного сопряжения (рис.8.13). Частоты точного сопряжения (рис.8.14,б) выбираются из следующих соотношений:

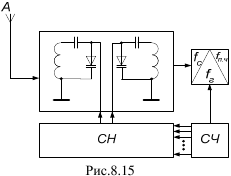
Трехточечное сопряжение применяется, если kд> 1,4 .





С увеличением полосы преселектора требования к сопряжению снижаются. Переход к электронной системе настройки принципиально позволяет полностью исключить погрешность сопряжения во всем диапазоне рабочих частот. Схема электронной настройки с синтезатором частот показана на рис.8.15.

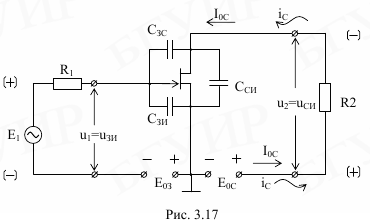
Необходимая частота устанавливается в синтезаторе частот (СЧ). Далее, в синтезаторе напряжения (СН) происходит скачкообразное либо плавное изменение управляющего напряжения, что обеспечивает перестройку преселектора на частоту сигнала.



В процессе работы РПУ преобразованная частота может изменяться и отличаться от промежуточной, на которую настроен ТПЧ. Причиной является уход частоты РПдУ после настройки РПУ, уход частоты гетеродина РПУ под воздействием дестабилизирующих факторов температуры, влажности, механических воздействий и т.п). В результате спектр преобразованного сигнала оказывается смещенным относительно АЧХ тракта промежуточной частоты, что приводит к его искажениям и появлению после детектирования нелинейных искажений либо к полному прекращению приема при больших уходах.

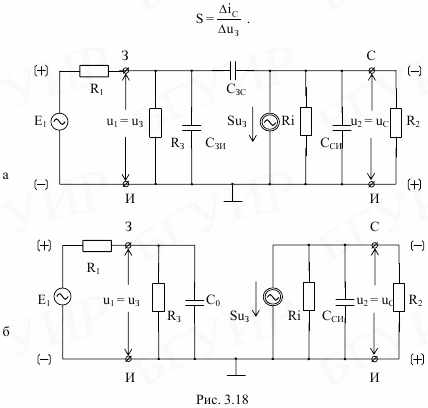
**2. Физическая модель полевого транзистора, смысл элементов схемы.**

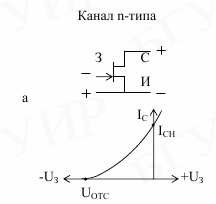
Принципиальная схема каскада с общим истоком представлена на рис 3.17

****

Переход затвор-исток всегда включается в обратном направлении, следовательно, постоянный ток в цепи затвора не протекает. Постоянный ток стока I0C течёт от +E0C через R1, от стока к истоку и возвращается к –Е0C. Приложенное к затвору в настоящий момент положительное мгновенное значение напряжения источника сигнала приводит к увеличению тока стока. Это означает, что переменная составляющая тока стока iс в рассматриваемый момент времени протекает в ту же сторону, что и постоянная составляющая. Переменный ток стока протекая по сопротивлению R2, , создаёт на нём падение напряжения u2 с плюсом внизу и минусом вверху. Таким образом, схема с общим истоком меняет фазу усиливаемого сигнала на 1800.

Эквивалентная схема каскада представлена на рис. 3.18, а. На этой схеме крутизна транзистора S определяется как отношение приращения тока стока ∆iC к приращению напряжения на затворе ∆uЗ при постоянном напряжении на стоке uс=const:



Крутизну полевого транзистора можно определить из аналитического выражения для его вольт-амперной характеристики. Такая характеристика приведена на рис. 3.16, а, а ее аналитическое выражение имеет вид - рис 3.16

Внутреннее сопротивление полевого транзистора Ri можно определить по выходным характеристикам, найдя отношение приращения напряжения на стоке к приращению тока стока при постоянном напряжении на затворе:



Величины междуэлектродных емкостей СЗИ, СЗС и ССИ обычно приводят в справочнике.

Обычно сопротивление RЗ имеет очень большую величину

**Билет 7.Основные параметры РПУ (чувствительность, избирательность, искажения принимаемого информационного сигнала) Чувствительность**— способность радиоприёмника принимать слабые по интенсивности радиосигналы и количественный критерий этой способности. *Чувствительность, ограниченная шумами*— чувствительность радиоприёмника, определяемая минимальным уровнем радиосигнала на его входе при заданном отношении уровней полезного сигнала и шума при заданном уровне полезного сигнала на выходе радиоприёмника. *Чувствительность, ограниченная усилением* — чувствительность радиоприёмника, определяемая минимальным уровнем радиосигнала на его входе, необходимым для получения заданного уровня сигнала на выходе радиоприёмника. *Пороговая чувствительность* — чувствительность радиоприёмника, определяемая минимальным уровнем радиосигнала на его входе при равных уровнях полезного сигнала и шума на выходе радиоприёмника.

**Развёрнутое определение чувствительности:**

Качественная оценка чувствительности – это способность принимать слабые сигналы.

Количественная оценка – это минимальный уровень нормально модулированного сигнала в антенне, необходимой для получения заданной верности воспроизведения и нормальной работы выходного прибора. Нормально модулированный сигнал и характеристики верности воспроизведения определяются применительно к каждой конкретной системе передачи сообщений.

Нормально модулированный сигнал при амплитудной модуляции имеет глубину модуляции m=30%, частоту модулирующего колебания . Нормальная работа ВП соответствует нормальной (стандартной) выходной мощности, равной 0,1 от номинальной. Для радиовещательных приемников нормальная выходная мощность равна 50 и 5 мВт для приемников с номинальной мощностью, соответственно >150 мВт и <150 мВт.

Если не учитывать влияние собственных шумов, то чувствительность РПрУ определяется только усилением. В этом случае говорят, что речь идет о чувствительности, ограниченной усилением.

Все современные РПрУ имеют избыточное усиление, поэтому стандартная выходная мощность может появиться при отсутствии входного сигнала из-за наличия собственных шумов. В этом случае оговаривается требуемое значение отношения сигнал/шум на выходе  и уточняется, что речь идет о чувствительности, ограниченной шумами.

Если , то чувствительность называется предельной.

Если , где k некоторое заданное число, то чувствительность называется реальной. Для радиовещательных РПрУ k=10. **Избирательность** – способность выделить полезный сигнал из некоторого множества присутствующих на входе РПрУ сигналов. С учетом различий в характеристиках сигнала и помехи селективность бывает, например:

* пространственная, которая обеспечивается применением антенн с требуемой диаграммой направленности;

- временная при разделении сигналов во времени;

* частотная, которая используется при разделении сигналов по частоте и обеспечивается применением резонансных колебательных систем.

**Подробнее про частотную избирательность**

Качественная оценка – мера способности выделять полезный сигнал из множества других.

Различают односигнальную и многосигнальную (эффективную) избирательность.

Односигнальная избирательность определяется при подаче на вход только одного сигнала помехи, а количественной оценкой служит коэффициент избирательности или степень подавления помехи при расстройке по формуле (рис.2.6):



где  - коэффициент передачи на частоте резонанса;

- коэффициент передачи на частоте помехи.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Рис.2.6**

Многосигнальная избирательность (эффективная) определяется при наличии нескольких сигналов на входе РПрУ (обычно достаточно двух). Из-за нелинейности характеристик усилительных элементов в этом случае начинают проявляться нелинейные эффекты: интермодуляция, перекрестная модуляция, блокирование и т.д. Количественная оценка эффективной избирательности определяется как степень подавления помехи при расстройке и заданной величине коэффициента нелинейных искажений конкретного вида. Например: эффективная избирательность по интермодуляции определяется при заданном коэффициенте интермодуляции соответствующего порядка, эффективная избирательность по блокированию определяется при заданном коэффициенте блокирования, эффективная избирательность по перекрестным искажениям определяется при заданном коэффициенте перекрестных искажений и т.д.

Измерение многосигнальной избирательности вместо односигнальной связано с постоянно усложняющейся ЭМС в точке приема. Выражается это в присутствии на входе РПУ группового сигнала, состоящего из большого числа интенсивных колебаний с различными амплитудами и частотами. В результате проявления нелинейных эффектов реальная характеристика частотной избирательности оказывается значительно хуже. Кроме областей с ослабленной линейной избирательностью она дополняется областями с ослабленной нелинейной избирательностью (рис.2.7). Повышение линейности или расширение динамического диапазона УЗ способствует решению проблемы ЭМС радиоэлектронной аппаратуры.

**Искажения принимаемого информационного сигнала (Помехоустойчивость)** – процесс внесения в информационный сигнал изменений, искажающих принимаемую информацию.

Помехоустойчивость характеризует способность РПрУ обеспечить достоверный прием. Количественная оценка определяется как вероятность правильного приема при заданном отношении сигнал/шум.

Помеха – любое воздействие искажающее факт приема. Электромагнитной помехой является постороннее электромагнитное колебание. Радиопомеха - электромагнитная помеха в диапазоне радиочастот.

Классификация радиопомех.

1. По месту происхождения различают помехи:

* атмосферные;
* индустриальные;
* излучение сторонних станций;
* космические;
* внутренние.

Атмосферные помехи обусловлены электрическими разрядами в атмосфере. Неслучайно первое радиоприемное устройство А.С. Попова называлось грозоотметчиком. Ежесекундно в атмосфере нашей планеты происходит до 100 грозовых разрядов. Спектральная плотность атмосферных помех может быть рассчитана по формуле

,

где  - напряженность поля помехи.

Индустриальные или промышленные помехи излучаются при работе различного рода электроустановок: электродвигателей, пусковых механизмов, электросварочных аппаратов и т.д.

Излучение сторонних станций – излучение всех радиопередающих устройств, которые способны помешать приему полезного сигнала.

Космические помехи связаны с излучениями небесных тел: солнца, луны, звезд, комет и т.д.

Внутренние помехи связаны с наличием внутренних собственных шумов пассивных и активных (усилительных) элементов, фона от источника питания и наводок.

На рис. 3.1 представлены примерные частотные зависимости напряженностей полей внешних помех. Графики пересчитаны к полосе пропускания 1 кГц. На рисунке обозначено: 1 - средний уровень атмосферных помех днем; 2 - ночью; 3 - средний уровень промышленных помех в городе; 4 - уровень космических помех; 5 – собственные шумы РПрУ.

1. По характеру действия на прием помехи делятся на:

* пассивные;
* активные.

Пассивные помехи обусловлены особенностями распространения радиоволн в атмосфере: замирания, радиоэхо и т.д.

Активные помехи создают появление э.д.с. на входе и элементах РПрУ.

1. По характеру воздействия на тракт различают помехи:

- мультипликативные;

* аддитивные.

Мультипликативные помехи изменяют коэффициент передачи тракта для полезного сигнала и при отсутствии полезного сигнала не проявляются. Действие мультипликативных помех основано на перемножении с полезным сигналом, в результате чего изменяется уровень полезного сигнала в точке приема.

Эффект перемножения характерен и для более сложных нелинейные эффектов в атмосфере. Например, для сигналов не очень большой мощности две радиоволны распространяются через одну и ту же область ионосферы независимо друг от друга, ионосфера является линейной средой. Для мощных радиоволн диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы начинают зависеть от напряжённости поля распространяющейся волны. Нарушается линейная связь между электрическим током и полем Е. Нелинейность ионосферы может проявляться в виде перекрёстной модуляции сигналов и в изменении глубины модуляции сигнала, отражённого от ионосферы.

Ионосферный слой содержит большое число неоднородных образований различного размера, которые находятся в постоянном движении и изменении, рассасываясь и возникая вновь. Вследствие этого в точку приёма, кроме основного отражённого сигнала, приходит множество рассеянных волн (рис.3.2), сложение которых приводит к замираниям – хаотическим изменениям сигнала.

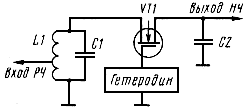
Все сказанное можно характеризовать как изменение коэффициента передачи канала связи к входу РПрУ. Действие аддитивных помех заключается в простом суммировании с полезным сигналом и проявляется также и при его отсутствии. К ним можно отнести шумы, импульсные помехи.

1. По структуре различают помехи:

* квазигармонические или сосредоточенные по спектру;
* квазиимпульсные или сосредоточенные по времени;
* гладкие.

Если напряжение на выходе РПрУ от предыдущего импульса не успело исчезнуть к моменту прихода следующего импульса, то помеха считается гладкой. Если к тому же это некоторая хаотическая последовательность (невозможно выделить период повторения импульсов), то помеха называется флуктуационной. Импульсная помеха отличается большим временным интервалом между соседними импульсами. У гладких помех интервалы между импульсами не выделяются.

**2.Нелинейный транзисторный смеситель частоты, принцип работы, основные параметры.** Главным предназначением смесителей является перемножение двух сигналов, один из которых имеет входную частоту, другой — частоту гетеродина, с целью получения на выходе продукта с промежуточной частотой (ПЧ). В идеальном случае, на выходе смесителя присутствовали бы только желаемые частоты со значениями (FRF + FLO) и (FRF – FLO), где FRF — частота принимаемого сигнала, FLO — частота гетеродина. Разумеется, идеальных устройств в природе не существует.     В реальном случае смесители производят на выходе ПЧ целый набор продуктов преобразования ± mFRF ± nFLO, где m = 0, 1, 2, … и n = 0, 1, 2, … , после чего нежелательные из них (паразитные) отфильтровываются. **Принцип работы смесителя:** Уже достаточно давно предложены и используются смесители на полевых транзисторах в режиме управляемого активного сопротивления, достоинства которых еще недостаточно оценены. Схема простейшего смесителя на одном полевом транзисторе показана на рис. 1.



*Сигнал с входного контура подается на исток транзистора, а сигнал ПЧ или НЧ (в гетеродинном приемнике) снимается со стока. Источника питания не требуется. Напряжение гетеродина подается на затвор транзистора и управляет сопротивлением канала. Известно, что при небольших напряжениях промежуток исток—сток (канал) полевого транзистора ведет себя как линейный резистор, независимо от полярности приложенного напряжения. В то же время сопротивление канала может изменяться в зависимости от напряжения затвор—исток, от десятков ом до многих мегом..* К основным достоинствам смесителя относятся высокая чувствительность, поскольку по каналу транзистора не проходит ни ток питания, ни ток гетеродина, а только слабый ток сигнала, при этом транзистор шумит не многим сильнее обычного резистора с тем же сопротивлением, и высокая линейность, поскольку при небольшом входном напряжении проводимость канала не зависит от него. **Основные параметры:** Реальные смесители сложны для анализа, и поэтому их эксплуатационные качества определяются множеством характеристик. Ниже приводится список главных технических требований, предъявляемых к смесителям, в порядке убывания их важности. **Диапазон рабочих частот.** Смесители, как правило, применяются в приёмниках, работающих, начиная с очень низких частот до десятков гигагерц. Типичные серийно выпускаемые смесители имеют максимальную рабочую частоту от 100 МГц до 2,5 ГГц. Диапазон рабочих частот является фундаментальной спецификацией проекта, которая в значительной степени определяет конечный выбор типа смесителя. **Динамический диапазон**. Это одна из наиболее важных техниче-ских характеристик смесителя. Значительный рост числа используемых передатчиков и наличие других источников помех означает, что современные радиоприёмники, как правило, работают в жёсткой помеховой обстановке. Даже в случае, когда полезный сигнал имеет очень малый уровень, например, в спутниковых системах связи, от приёмника требуется, чтобы он сохранял работоспособность и характеристики в присутствии сильных мешающих сигналов. Нижний предел динамического диапазона смесителя определяется его коэффициентом шума, в то время как верхний предел определяется уровнями компрессии коэффи-циента передачи, интермодуляционных составляющих и теплового разрушения. **Коэффициент шума.** Как правило, смесители имеют коэффициент шума в пределах от 6 до 20 дБ. Коэффициент шума пассивных смесителей численно равен потерям преобразования. Коэффициент шума активных смесителей зависит от конфигурации схемы и типов применяемых в ней элементов. Общепринято, но вовсе не обязательно, перед первым смесителем включать малошумящий усилитель для снижения коэффициента шума приёмника в целом. **Коэффициент передачи.** Доступность готовых усилителей, перекрывающих различные участки частотного диапазона, снимает требование наличия у смесителя какого-либо усиления. Более того, избыточное усиление смесителя может отрицательно сказаться на динамическом диапазоне приёмника в целом. В большинстве случаев, наличие больших вносимых потерь преобразования смесителя также нежелательно, особенно при применении пассивных смесителей. Активные сме-сители обеспечивают коэффициент передачи в диапазоне от -1 до +17 дБ, в то время как пассивные смесители имеют типовое значение потерь преобразования от 5,5 до 8,5 дБ. **Гетеродинный сигнал.** Идеальный смеситель был бы нечувствителен ни к уровню гетеродинного сигнала, ни к уровням содержащихся в нём кратных гармоник, но в реальном случае параметры гетеродина должны соответствовать параметрам смесителя.  Пассивные двойные балансные диодные смесители требуют уровень гетеродина от +7 до +23 дБм. Активные смесители требуют уровень гетеродина в пределах от -20 до +30 дБм, в зависимости от применяемого типа. Отсюда следует, что разработка гетеродинного генератора самым тесным образом связана с отобранным типом смесителя.  **Развязка.** Развязка представляет собой параметр, характеризующий степень подавления паразитного прохождения сигнала, приложенного к какому-либо порту смесителя, на два других вывода. Единственный сигнал, который должен присутствовать на выходе смесителя — это сигнал промежуточной частоты. Величина развязки зависит от того, яв-ляется ли смеситель небалансным, простым балансным или двойным балансным. Небалансные смесители вообще не имеют развязки между портами. Двойные балансные смесители обеспечивают наилучшую развязку между всеми тремя выводами.  **Согласование импедансов.** Все три порта смесителя должны быть согласованы с соответствующим трактом. В активных смесителях в результате рассогласования обычно снижается коэффициент усиления.  Пассивные смесители особенно чувствительны к рассогласованию по выходу промежуточной частоты, в результате чего получаются большие потери преобразования и больший уровень паразитных продуктов преобразования. Независимо от того, какой смеситель применяется в системе, активный или пассивный, для получения оптимальных его параметров должно быть выполнено тщательное согласование его портов с соответствующими трактами.  **Простота.** Важной характеристикой любой схемы является простота разработки и реализации. Достаточно сложные системы трудно как разрабатывать, так и изготавливать. Применение меньшего числа компонентов снижает стоимость системы, увеличивает надёжность, облегчает техническое обслуживание и требует меньшего количества запасных частей. Чрезмерно сложный проект приводит к значительному удорожанию оборудования, поэтому разработчики должны стремиться к получению максимальных характеристик при минимуме используемых компонентов.

**Билет №8**

Входные цепи РПУ.

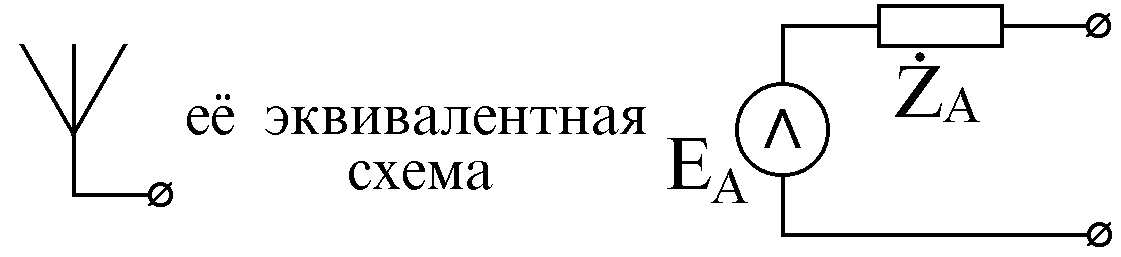
Входные цепи обеспечивают:

1) связь антенны и усилителя радиочастоты ( УРЧ);

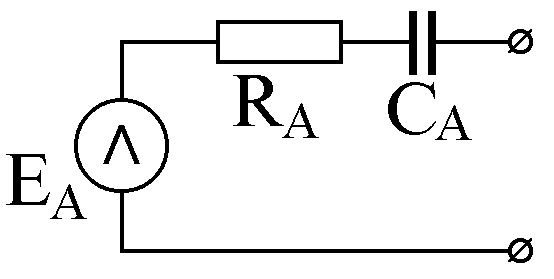
2) защиту приемника от перегрузок;

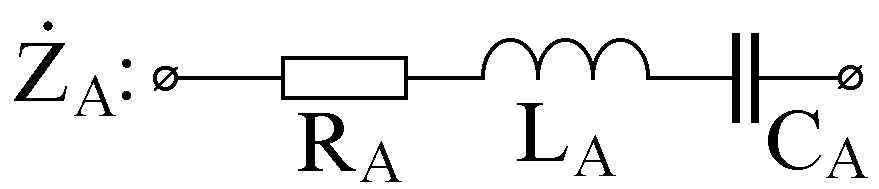
3) настройку приемника на заданную частоту;

4) определенную избирательность.



EА=hд E, где hд - действующая длина антенны (зависит от частоты и размеров антенны).





ωLA<<1/ωCA (индуктивное сопротивление гораздо меньше емкостнго)

Входные цепи делятся, в зависимости от диапазона, на настроенные и ненастроенные антенны.

Ненастроенные антенны, как правило, ДВ и СВ. Настроенные антенны на короткой части КВ и на УКВ.

***Основными характеристиками ВЦ*** являются:

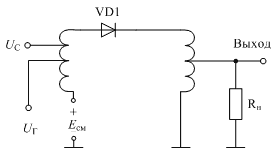
• ***коэффициент передачи*** – отношение эффективного напряжения на нагрузке (входном сопротивлении первого каскада приёмника) к эффективной ЭДС антенны



• ***полоса пропускания по уровню*** 

**2.Диодный смеситель**

В диодном преобразователе на вход нелинейного элемента, в качестве которого выступает диод, одновременно подаются два сигнала — напряжение входного принимаемого сигнала и напряжение гетеродина. В общем случае на этот же диод может быть подано напряжение смещения E0, которое обеспечит необходимый уровень отсечки сигнала гетеродина. Один из вариантов принципиальной схемы диодного смесителя сигналов с возможностью задания тока смещения через смесительный диод, приведен на рисунке 1.



*Рисунок 1 Схема диодного смесителя*

При коротком замыкании на выходе схемы ток через диод будет полностью определяться его статической вольтамперной характеристикой:

http://digital.sibsutis.ru/WLL/DiodSmes/fm1.gif

Вольтамперная характеристика частотно-преобразующих диодов аппроксимируется функцией

http://digital.sibsutis.ru/WLL/DiodSmes/fm2.gif

где *I*0 — ток насыщения обратно смещенного p-n-перехода диода;  
rб — сопротивление базы диода;  
g — коэффициент, равный у большинства диодов 20—40 В–1

Напряжение на входе диодного преобразователя определяется суммой входного сигнала, сигнала гетеродина и напряжения смещения.

http://digital.sibsutis.ru/WLL/DiodSmes/fm3.gif

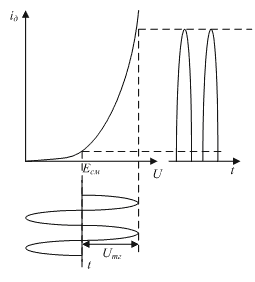


Рисунок 2. Форма напряжения и тока гетеродина в диодном преобразователе частоты

Как видно из этого рисунка, ток на выходе будет в основном зависеть от напряжения гетеродина, поэтому в спектре выходного сигнала естественно будет присутствовать составляющая этого сигнала. Кроме того, ток в схеме зависит и от полезного сигнала, а это значит, что в спектре выходного сигнала будет присутствовать и эта компонента. Избавиться от лишних компонент спектра в выходном сигнале можно только при помощи полосового фильтра.

http://digital.sibsutis.ru/WLL/DiodSmes/4.gifКоэффициент преобразования диодного смесителя не может превышать значения .

Параметр R на этом графике соответствует последовательному соединению сопротивления источника радиосигнала и нагрузки диодного смесителя.

1. Коэффициент преобразования диодного смесителя увеличивается при увеличении амплитуды сигнала гетеродина. Сопротивление источника сигнала и нагрузки при этом должны быть уменьшены.

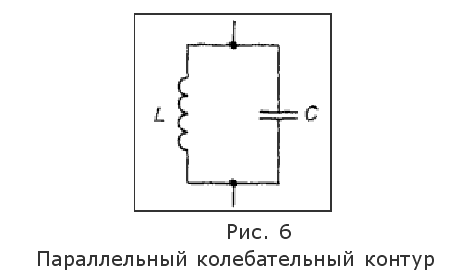
2.   Увеличение тока смещения диода смесителя приводит к уменьшению требуемых сопротивлений источника сигнала и нагрузки. Коэффициент передачи смесителя при этом остается постоянным.

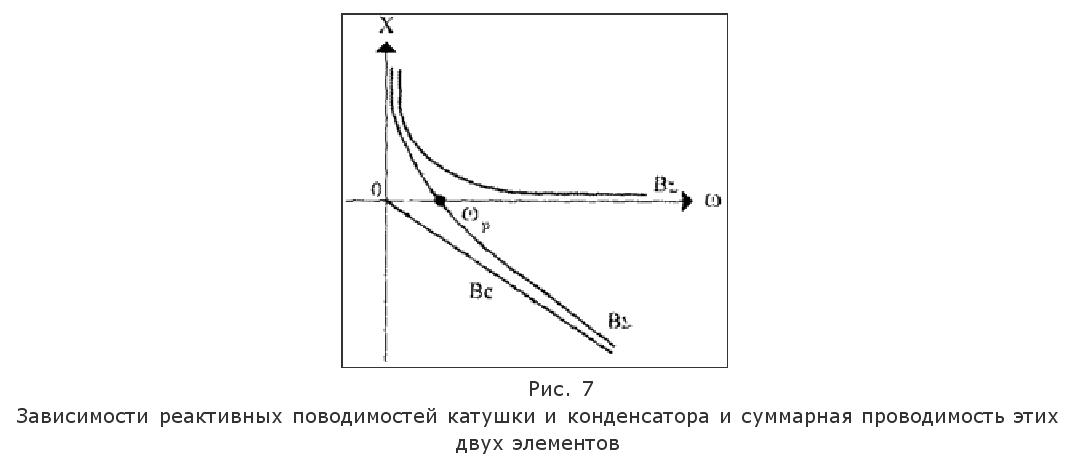
**Билет 9.**

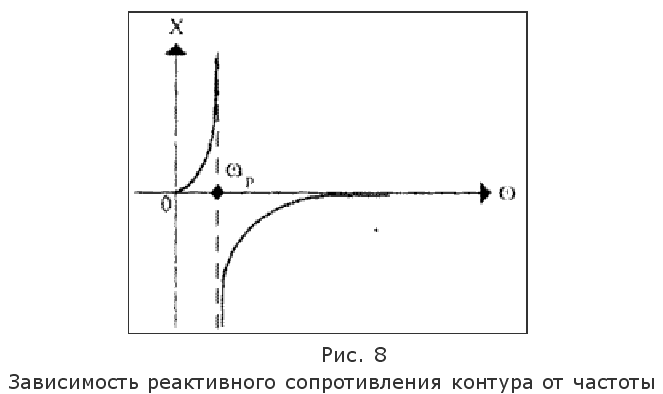
1. **Параллельный колебательный контур, основные параметры.**

**Параллельный колебательный контур**

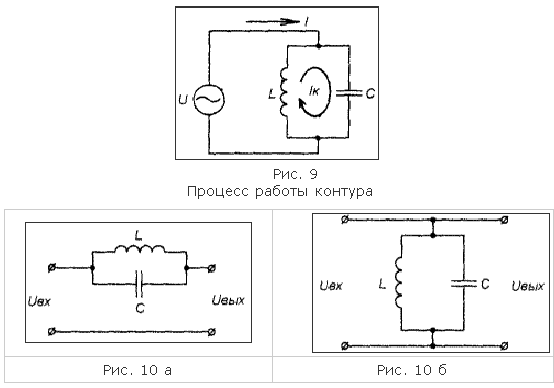
В различных радиотехнических устройствах наряду с последовательными колебательными контурами часто (даже чаще, чем последовательные) применяют параллельные колебательные контуры На рис. 6 приведена принципиальная схема параллельного колебательного контура Здесь параллельно включены два реактивных элемента с разным характером реактивности Как известно, при параллельном включении элементов складывать их сопротивления нельзя - можно лишь складывать проводимости На рис. 7 приведены графические зависимости реактивных проводимостей катушки индуктивности BL = j/ωL, конденсатора ВC = -jωC, а также суммарной проводимости ВΣ, этих двух элементов, являющаяся реактивной проводимостью параллельного колебательного контура. Аналогично, как и для последовательного колебательного контура, имеется некоторая частота, называемая резонансной, на которой реактивные сопротивления (а значит и проводимости) катушки и конденсатора одинаковы. На этой частоте суммарная проводимость параллельного колебательного контура без потерь обращается в нуль. Это значит, что на этой частоте колебательный контур обладает бесконечно большим сопротивлением переменному току. Действительно, если построить зависимость реактивного сопротивления контура от частоты XΣ=1/BΣ, эта кривая (рис. 8) в точке ω = ωр будет иметь разрыв второго рода. Сопротивление реального параллельного колебательного контура (т.е с потерями), разумеется, не равно бесконечности - оно тем меньше, чем больше омическое сопротивление потерь в контуре, т.е уменьшается прямо пропорционально уменьшению добротности контура. В целом, физический смысл понятий добротности, характеристического сопротивления и резонансной частоты колебательного контура, а также их расчетные формулы, справедливы как для последовательного, так и для параллельного колебательного контура.







Рассмотрим цепь, состоящую из генератора гармонических колебаний и параллельного колебательного контура. В случае, когда частота колебаний генератора совпадает с резонансной частотой контура его индуктивная и емкостная ветви оказывают равное сопротивление переменному току, в следствие чего токи в ветвях контура будут одинаковыми. В этом случае говорят, что в цепи имеет место резонанс токов. Как и в случае последовательного колебательного контура, реактивности катушки и конденсатора компенсируют друг друга, и сопротивление контура протекающему через него току становится чисто активным (резистивным). Величина этого сопротивления, часто называемого в технике эквивалентным, определяется произведением добротности контура на его характеристическое сопротивление Rэкв=Q·ρ. На частотах, отличных от резонансной, сопротивление контура уменьшается и приобретает реактивный характер (рис. 8) на более низких частотах - индуктивный (поскольку реактивное сопротивление индуктивности падает при уменьшении частоты), а на более высоких - наоборот, емкостной (т к реактивное сопротивление емкости падает с ростом частоты). В процессе работы контура, дважды за период колебаний, происходит энергетический обмен между катушкой и конденсатором (рис. 9). Энергия поочередно накапливается то в виде энеогии электрического поля заряженного конденсатора, то в виде энергии магнитного поля катушки индуктивности. При этом в контуре протекает собственный контурный ток Iк, превосходящий по величине ток во внешней цепи I в Q раз. В случае идеального контура (без потерь), добротность которого теоретически бесконечна, величина контурного тока также будет бесконечно большой.



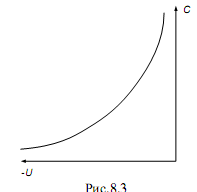
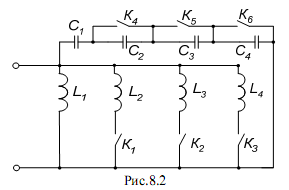
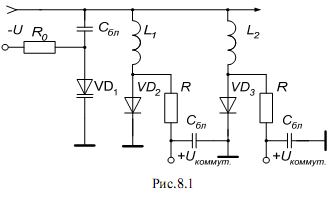
Рассмотрим, как изменяются коэффициенты передачи четырехполюсников, аналогичных приведенным на рис. 4а и рис. 4б, от частоты, при включении в них не последовательных колебательных контуров, а параллельных. Четырехполюсник, изображенный на рис. 10а, на резонансной частоте контура представляет собой огромное сопротивление току, поэтому при ω=ωр его коэффициент передачи будет близок к нулю (с учетом омических потерь). На частотах, отличных от резонансной, сопротивление контура будет уменьшатся, а коэффициент передачи четырехполюсника - возрастать. Этот случай соответствует графику АЧХ, приведенному на рассмотренном ранее рис. 5б. Для четырехполюсника, приведенного на рис. 10б, ситуация будет противоположной - на резонансной частоте контур будет представлять собой очень большое сопротивление и практически все входное напряжение поступит на выходные клеммы (т.е коэффициент передачи будет максимален и близок к единице). При значительном отличии частоты входного воздействия от резонансной частоты контура, источник сигнала, подключаемый к входным клеммам четырехполюсника, окажется практически закороченном накоротко, а коэффициент передачи будет близок к нулю. АЧХ такого четырехполюсника соответствует изображенной на рис. 5а.

В заключении настоящего экскурса отметим тот факт, что достаточно часто в реальной радиоэлектронной аппаратуре приходится сталкиваться с необходимостью перестройки колебательных контуров - например, в приемнике, для обеспечения возможности приема радиостанций, работающих на разных частотах В этом случае емкостные элементы контуров выполняются в виде конденсаторов переменной емкости, либо специальных диодов - варикапов, обладающих большой барьерной емкостью, зависящей от приложенного к ней запирающего напряжения В ряде случаев применяют и перестраиваемый катушки индуктивности - вариометры.

**Билет 10.**

1. **Способы перестройки колебательного контура.**

В РПУ коммутация диапазонов производится переключением фильтров и контурных катушек индуктивности. Схема электронной коммутации рис.8.1, где катушки L1 и L2 подключаются в контур, образованный совместно с варикапом VD1. Управление ключами VD2 и VD3 на коммутационных или p-i-n-диодах производится подачей положительного потенциала в цепь соответствующего диода. В результате протекания тока через диод цепь замыкается, подключая катушку в контур.



Для настройки РПУ на заданную частоту сигнала в пределах диапазона широкое применение нашла емкостная настройка (плавная или дискретная, т.е. настройка на определенные частоты с допустимым шагом). При этом возможно использование КПЕ (конденсатор подстроечной емкости ), дискретных конденсаторов переменной емкости (ДКПЕ) и варикапов.

КПЕ достоинства: большое перекрытие по емкости, высокая добротность и линейность контура с КПЕ. Его использование позволяет создавать достаточно простые и эффективные резонансные системы с низким температурным коэффициентом частоты. К недостаткам использования КПЕ в качестве настроечного элемента относятся большие габариты, ограниченное число синхронно перестраиваемых секций, пониженная устойчивость к механическим воздействиям значительное время настройки.

ДКПЕ представляет собой магазин конденсаторов постоянной емкости с последовательно-параллельным включением групп (рис.8.2). Использование дискретных конденсаторов позволяет значительно снижать время настойки сравнительно с КПЕ, обеспечивать прямочастотную настроечную характеристику, равномерные добротность и коэффициент передачи в широком диапазоне частот и автоматизацию настройки. Однако такие системы весьма дорогостоящие и громоздкие.

Электронная настройка с помощью варикапов, вольт-фарадная характеристика которых имеет вид, показанный на рис.8.3, позволяет сводить к минимуму время настройки, организовывать автоматизированную настройку, обеспечивать высокую эксплуатационную стабильность настроечных характеристик, снимает ограничения на сложность настраиваемых цепей, имеет малые габариты и массу. Отсутствие механических связей позволяет располагать варикапы непосредственно в колебательных контурах, уменьшая тем самым паразитные межкаскадные связи.

Типовая схема цепи настройки содержит варикап VD, потенциометр R1,

служащий для изменения постоянного напряжения, резистор R2, исключающий

шунтирование контура источником питания, и блокировочный конденсатор Сбл

(рис.8.4,а). При изменении управляющего напряжения U на варикапе

происходит изменение его емкости (см. рис.8.3) и перестройка резонансной

цепи. При дискретной настройке напряжение на диоде изменяется ступенчато.

Для одновременной перестройки цепей сигнала и гетеродина используют

варикапные матрицы.

Одним из основных недостатков электронной настройки является значительная

нелинейность варикапа, которая особенно заметна при сильных сигналах и

малых смещениях. Поэтому применение варикапа в цепях преселектора

приводит к некоторому ухудшению селективности РПУ. Для снижения

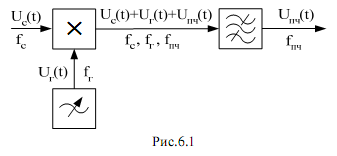
искажений используют встречно-параллельное включение варикапов

(рис.8.4,б). Благодаря взаимной компенсации четных гармоник нелинейные

искажения существенно снижаются.

1. **Преобразователь частоты РПУ, принципы построения**

Преобразователем частоты (ПЧ) называется устройство, осуществляющее линейный перенос спектра радиосигнала без изменения закона модуляции из одной частотной области в другую, представляющую более выгодные условия для его обработки. Если перенос осуществляется на радиочастоту, она называется промежуточной. ПЧ является функционально необходимым элементом РПУ супергетеродинного, инфрадинного и синхродинного типов.

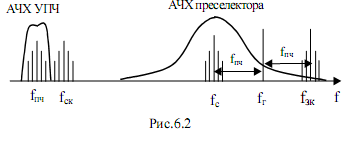


Структурная схема ПЧ состоит из смесителя (перемножителя), гетеродина и полосового фильтра (рис.6.1). Смеситель представляет собой электрическую цепь, создающую спектр комбинационных частот. Гетеродин - маломощный местный генератор, а фильтр является избирательной системой, выделяющей одну из комбинационных частот, которая называется промежуточной: 

В зависимости от способа получения промежуточной частоты и соотношения частот гетеродина и входного сигнала различают несколько типов преобразования частоты.

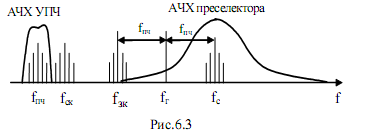
Если пч , то это соответствует преобразованию «вниз», причем:

а) если fг>fc – верхнее преобразование «вниз», частота зеркального канала равна 



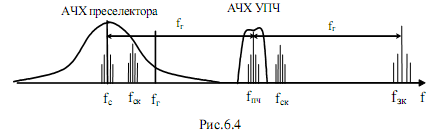
б) если fг<fc –нижнее преобразование «вниз», частота зеркального канала равна



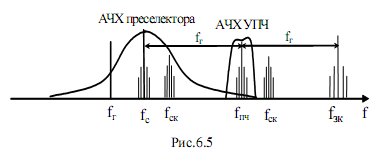


Если  то это соответствует преобразованию «вверх», причем:

а) если f >f – верхнее преобразование «вверх»;



б) если fг<fc –нижнее преобразование «вверх».



При преобразовании «вверх» формирование зеркального канала происходит

относительно промежуточной частоты по формуле ****

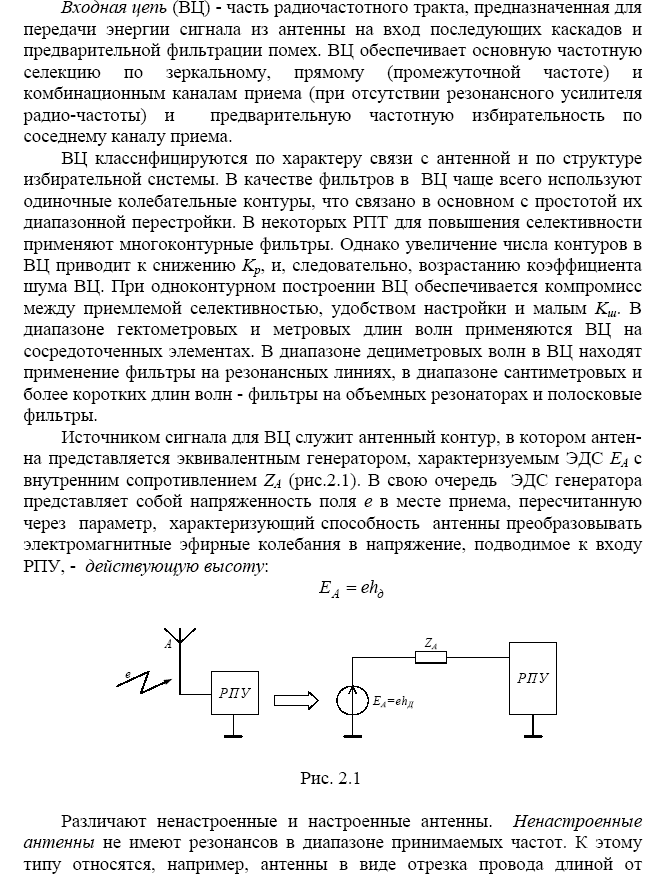
**Bilet 11 vopros 2** **Шумовая температура**

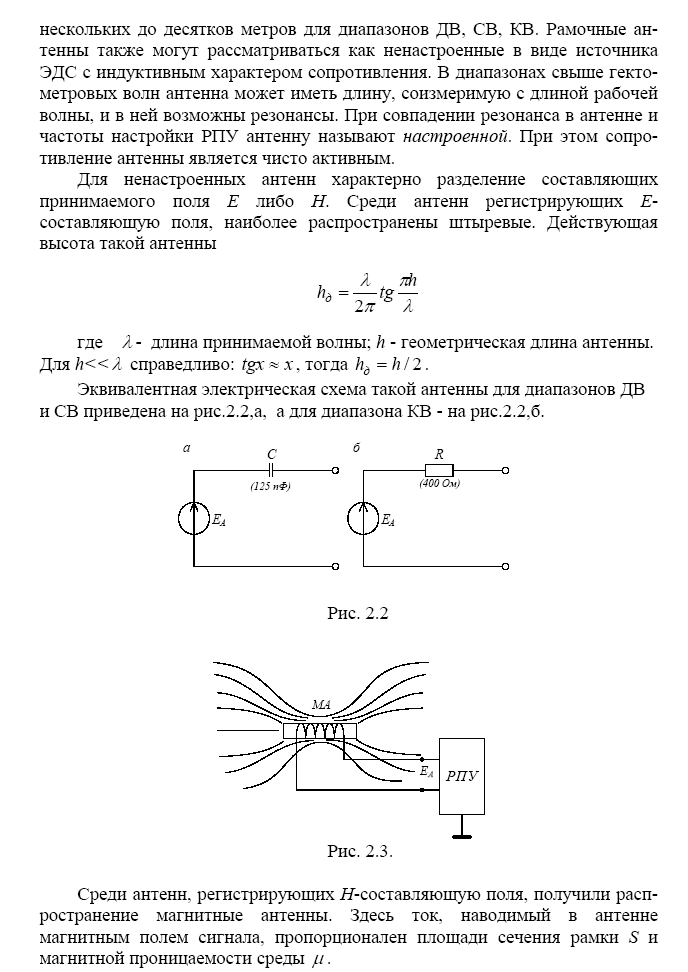
**Шумовая температура,** эффективная величина, служащая мерой мощности шумов в радиоприёмных устройствах. **Шумовая температура** Тш равна температуре согласованного сопротивления (эквивалента антенны), при которой мощность его теплового шума равна мощности шумов данного устройства. Отношение Тш/То (To — 290 К) называется относительной **Шумовая температура** или шумовым числом.  
  Понятием **Шумовая температура** пользуются в радиотехнике для оценки шумов электровакуумных и полупроводниковых приборов, предназначенных для усиления и преобразования электрических сигналов; в [радиоастрономии](http://bse.sci-lib.com/article094895.html) при описании источников космического радиоизлучения; для определения шумового вклада, вносимого радиоприёмным устройством в полезный сигнал в процессе его обработки. В последнем случае пользуются также [шума коэффициентом](http://bse.sci-lib.com/article124783.html) [F](http://F-Fluorine.info/), связанным с Тш соотношением: Тш = ([F](http://F-Fluorine.info/) — 1) То.  
  **Шумовая температура** реальных объектов определяется обычно сравнением с **Шумовая температура** эталонных шумовых генераторов.  
  
 

эффективная шумовая температура, до которой необходимо нагреть все резисторы, чтобы рассчитанные шумы равнялись реальным.

Широко используется понятие относительной шумовой температуры, под которой понимают отношение шумовой температуры к температуре окружающей среды. Очень часто температура окружающей среды приравнивается к комнатной (стандартной) температуре  На основании сказанного для относительной эффективной шумовой температуры можно записать

.

12. Обобщенная схема одноконтурной входной цепи, параметры



Основными характеристиками ВЦ являются:

1. АЧХ и ФЧХ.
2. Резонансный коэффициент передачи напряжения - отношение выходного напряжения ВЦ на резонансной частоте к э.д.с. сигнала в антенне

.

1. Коэффициент избирательности по побочным каналам приёма.
2. Коэффициент шума.
3. Рабочий диапазон частот.
4. Зависимости основных характеристик от частоты настройки, т.е. частотная зависимость резонансного коэффициента передачи, избирательных свойств и коэффициента шума.
5. Постоянство показателей ВЦ при изменении параметров антенны и усилительного элемента.

На рис представлены следующие основные схемы ВЦ, используемые РПУ:

с внешнеемкостной связью с антенной (а), с внутриемкостной связью с антенной (б), в автотрансформаторной связью с антенной (в), с индуктивной или трансформаторной связью с антенной (г) и с комбинированной связью с антенной (д).



**Коэффициент шума**

Коэффициент шума четырехполюсника (ЧП) – это коэффициент, показывающий во сколько раз отношение сигнал/шум на входе четырехполюсника превышает отношение сигнал/шум на выходе:

.

На основании последнего выражения коэффициент шума четырехполюсника – это отношение полной мощности шума на выходе четырехполюсника к мощности шумов источника сигнала на выходе или отношение мощности шумов ЧП, приведенных к входу, к мощности шумов источника сигнала:

.



Рис.3.11

На рис.3.11 представлена эквивалентная схема, на которой шумящий четырехполюсник представлен состоящим из двух частей: усилительной части с коэффициентом передачи  и "шумящей" части на его входе, являющейся источником некоторой собственной шумовой мощности .

Полная мощность шумов на выходе равна

,

,

где  - коэффициент рассогласования на входе:

,

,

тогда



где учтено, что шумы источника сигнала обусловлены его активным сопротивлением: , а собственные шумы четырехполюсника – его входным сопротивлением при шумовой температуре : .

При , т.е. при согласовании получим, если считать :

,

где  - относительная шумовая температура ЧП.

Связь коэффициента шума и чувствительности

Обозначая отношение сигнал/шум на выходе РПрУ, при котором измеряется реальная чувствительность, ограниченная шумами, как

,

получим минимальную мощность сигнала на входе, при которой обеспечивается заданное отношение сигнал/шум на выходе

 или

,

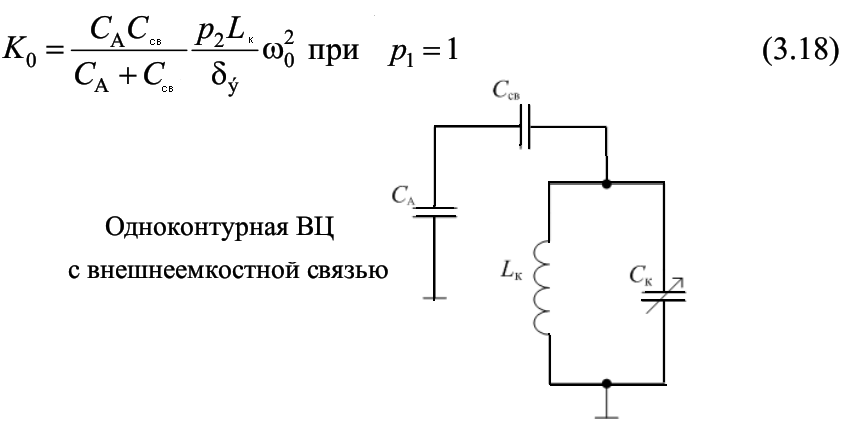
где - суммарная шумовая температура РПУ.

Если , то это предельная чувствительность.

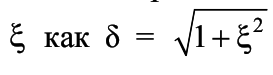
**БИЛЕТ 13.**

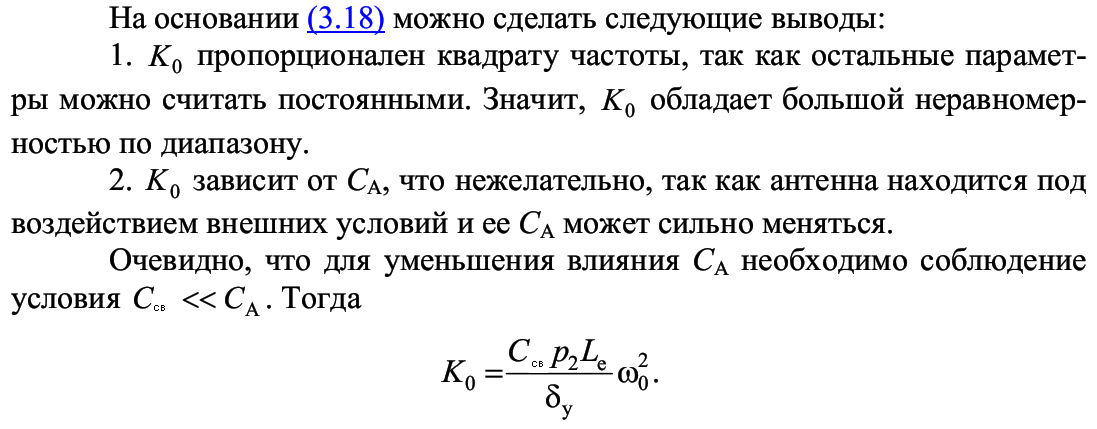
**ВОПРОС 1:ОДНОКОНТУРНАЯ ВХОДНАЯ ЦЕПЬДЛЯ РАБОТЫ С НЕНАСТРОЕННОЙ АНТЕННОЙ (ЁМКОСТНАЯ СВЯЗЬ С АНТЕННОЙ), ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ.**

**Резонансный коэффициент передачи определится как:**

****

**- избирательность контура , она выражается через обобщённую расстройку**

****

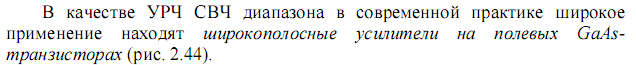
**P - коэффициенты включения**

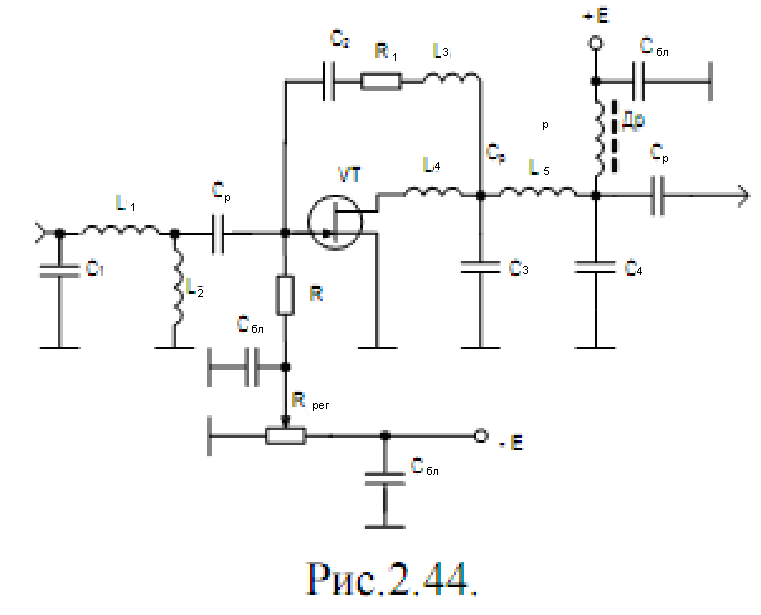
**БИЛЕТ 13.**

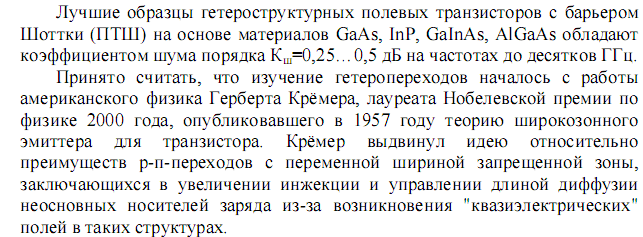
**ВОПРОС 2:компенсация действия внутренней обратной связи в УРЧ(полевой транзистор), принципы работы.**

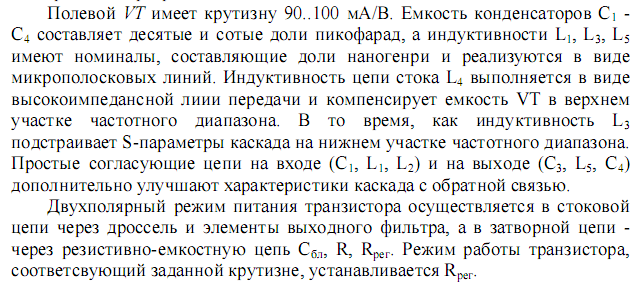
**Обратная связь представляет передачу выходного сигнала усилителя на его вход. Обратные связи позволяют изменять характеристики, как отдельных каскадов усилителей, так и усилителей в целом.**

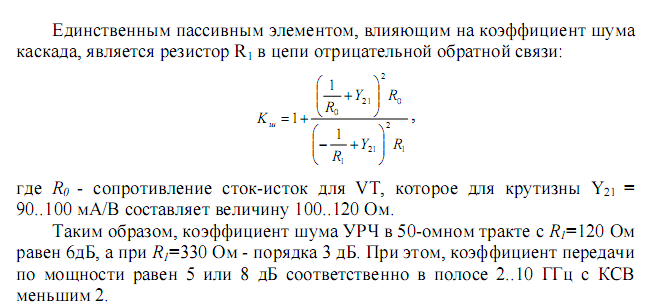
**Наиболее часто используется отрицательная обратная связь, при которой полярность подводимого ко входу напряжения обратной связи противоположна полярности напряжения входного сигнала. Отрицательная обратная связь уменьшает коэффициент усиления, но при этом уменьшаются также частотные и нелинейные искажения, и стабилизируется характеристики усилителя.**

**При положительной обратной связи полярность напряжения входного сигнала и полярность напряжения обратной связи одинаковы. Это приводит к возрастанию коэффициента усиления при снижении стабильности работы схемы. При некотором уровне положительной обратной связи усилитель вообще не имеет устойчивого состояния и превращается в генератор электрических колебаний. **

****

****

****

****

14.1 Одноконтурная входная цепь для работы с ненастроенной антенной(индуктивная связь), основные параметры.

Входная цепь с трансформаторной связью.



Рис.4.28

Для рис.4.28

. (4.111)

Коэффициент включения  и коэффициент трансформации  связаны следующим соотношением

, (4.112)

где  - коэффициент связи обмоток трансформатора; M - взаимная индуктивность.

Коэффициент трансформации определяется следующим образом

, (4.113)

где и  - количество витков обмотки контурной катушки и обмотки катушки связи.

Из (4.112) с учётом (4.113) получаем для коэффициента включения

. (4.114)

Подставляя (4.111) и (4.114) в (4.50) получим

, (4.115)

где

;

- собственная резонансная частота антенного контура, состоящего из катушки связи , сопротивления антенны и внутренней емкости антенны ;

;

;

где  и  рассчитываются по (4.71)-(4.73).

Резонансный коэффициент передачи из (4.115) при слабой связи с антенной () равен

. (4.116)

Различают несколько режимов работы антенной цепи в зависимости от соотношения частоты , максимальной частоты рабочего диапазона  и минимальной частоты рабочего диапазона  :

Соотношение частот  соответствует режиму укорочения, резонансный коэффициент передачи для которого из (4.116)

, (4.117)

т.е. пропорционален квадрату частоты настройки контура ВЦ (рис.4.29). Выравнивание частотной зависимости резонансного коэффициента передачи можно добиться при внутриемкостной связи с нагрузкой.

Коэффициент избирательности по внеполосным каналам

На частотах  при 

.

На частоте  имеет место уменьшение коэффициента избирательности до значения

.

На частотах 

.

Соотношение частот  соответствует режиму удлинения, резонансный коэффициент передачи для которого из (4.116)

, (4.118)

при сильном удлинении ( ) не зависит от частоты настройки контура ВЦ (рис.4.30).

Коэффициент избирательности по внеполосным каналам





Рис.4.29



Рис.4.30

14.2.УРЧ

Основные функции УРС:

Усиление полезного сигнала;

Уменьшение коэффициента шума и увеличение реальной чувствительности;

обеспечение частотной селективности по мешающим и побочным каналам приема.

Классификация:

По месту расположения в тракте приема (рис.5.1).

УРЧ (усилитель сигналов радиочастоты), усиливает сигнал на частоте модулированной несущей и располагается перед 1-м преобразователем частоты (ПЧ).

УПЧ (усилитель сигналов промежуточной частоты), усиливает сигнал на преобразованной частоте и располагается после преобразователя частоты (ПЧ).

По характеру нагрузки:

резонансные УРЧ, с ярко выраженными селективными свойствами;

слабоселективные;

апериодические.

3) По характеру распределения селективности:

с распределенной селективностью;

с сосредоточенной селективностью (на основе ФСС – фильтров с сосредоточенной селективностью).

4) По конструктивному исполнению:

с сосредоточенными параметрами;

с распределенными параметрами.

5) По типу усилительного элемента:

- на лампах;

- на транзисторах;

- на диодах (параметрические, варакторные, туннельные диоды и т.д.).

6) По диапазону частот.

7) По способу настройки:

- с переменной настройкой (с индуктивной и емкостной настройкой;

- с постоянной настройкой.

Качественные показатели УРЧ

1. Резонансный коэффициент усиления по напряжению - Ко = Uвых / Uвх или по мощности – Кро = Рвых / Рвх. Резонансным коэффициентом усиления принято называть отношение амплитуды напряжения сигнала несущей частоты на выходе к амплитуде напряжения сигнала несущей частоты на входе при настройке нагрузочных колебательных контуров на несущую частоту сигнала. При применении в нагрузке полосовых фильтров резонансный коэффициент усиления определяется на средней частоте полосы пропускания.

Общий коэффициент усиления многокаскадного УРС – Кобщ = К1К2К3 . . . Кi

2. Избирательность усилителя определяется его резонансной кривой, т.е. степенью ослабления сигналов помех при расстройке несущей частоты сигнала помехи относительно резонансной частоты усилителя. Для обеспечения избирательности, как правило, используются частотно-избирательные системы: одиночные или связанные контуры, а также полосовые фильтры. Усилитель, в котором нагрузкой служит один колебательный контур, настроенный в резонанс на несущую частоту усиливаемого сигнала, принято называть резонансным. В зависимости от числа контуров в каскаде усилители бывают одноконтурными и многоконтурными.

Эффективная (реальная) избирательность учитывает нелинейность характеристик усилительных приборов и оценивается избирательностью при заданном коэффициенте нелинейных искажений.

3. Коэффициент шума определяет шумовые свойства усилителя и возможность усиления слабых сигналов.

4. Амплитудно-частотные искажения полностью определяются формой резонансной кривой УРЧ и УПЧ.

5. Фазо-частотные искажения являются следствием нелинейности фазовой характеристики усилителя, которая в случае сложной резонансной системы может быть весьма значительной.

6. Нелинейные искажения усилителя определяются нелинейностью рабочего участка его амплитудной характеристики.

7. Динамический диапазон – оценивается по амплитудной характеристике.

**БИЛЕТ 15.**

**ВОПРОС 1:ОДНОКОНТУРНАЯ ВХОДНАЯ ЦЕПЬДЛЯ РАБОТЫ С НЕНАСТРОЕННОЙ АНТЕННОЙ (КОМБИНИРОВАННАЯ СВЯЗЬ С АНТЕННОЙ).**

ВЦ с комбинированной связью с антенной



Принципиальная схема ВЦ представлена на рис. Формирование частотной зависимости резонансного коэффициента передачи поясняется на рис.4.31. При этом виде связи антенная цепь работает в режиме удлинения. Связь с нагрузкой, как правило, автотрансформаторная или трансформаторная.



Комбинированная связь обеспечивает малую неравномерность при высоких значениях коэффициента передачи. Недостатком является пониженная избирательность для частот, близких к резонансной частоте антенного контура.

**БИЛЕТ 15.**

**ВОПРОС 2:ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АКТИВНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ. ПРИНЦИП РАБОТЫ.**

Смесители являются ключевым элементом преобразователей частоты в современных радиоприёмных устройствах. Смесители подразделяются на два основных типа:

Аддитивные, в которых суммируется напряжения сигнала и гетеродина и затем детектируется каким-либо нелинейным элементом.

Мультипликативные, в которых напряжения гетеродина и сигнала перемножаются.

В обоих случаях смесители могут быть активными, то есть представлять собой каскад усиления, работающий в нелинейном режиме и обеспечивающий помимо преобразования частоты еще и усиление сигнала, и пассивными. В пассивных смесителях могут использоваться диоды или полевые транзисторы, работающие в режиме управляемых резисторов. Пассивные смесители обладают большим динамическим диапазоном, так как менее подвержены перегрузкам сильными сигналами.

Простейшим смесителем может являться один нелинейный электрический элемент, например, диод. Более сложные, балансные схемы, содержат несколько диодов и симметрирующие трансформаторы.

Смеситель чаще всего имеет два входа и один выход:

Вход «Гет.» («LO», local oscillator) используется для подачи сигнала гетеродина (некоторой известной немодулированной частоты, относительно которой выполняется преобразование). Этот сигнал должен превышать остальные сигналы по уровню примерно на порядок (на 10 дБ);

Вход (Выход) «ВЧ» («RF», radio frequency), и

Выход (Вход) «ПЧ» («IF», intermediate frequency) — используются для подачи и получения сигналов низкой и высокой частот, в зависимости от вида работы — преобразование с повышением частоты, или с понижением.

На выходе смесителя получается смешанный сигнал, состоящий из ниже перечисленных частот:

Суммарная частота входных сигналов;

Частота, равная разности частот входных сигналов Fif = Flo − Frf и Fif = Frf − Flo;

Обе входные частоты, которые считаются паразитными, поэтому от этих сигналов пытаются избавиться, применяя последующие фильтры.

При работе реального смесителя, помимо основного сигнала, на выходе присутствуют также множество побочных составляющих, образованных гармониками сигнала и гетеродина, которые должны быть отфильтрованы полосовым фильтром или ФНЧ.

Важным свойством смесителя является то, что преобразование выполняется с сохранением спектра сигнала, то есть его модуляции и прочих параметров.

Существуют цифровые смесители. Например, логический элемент XOR, имеющий два входа и один выход: если подать на его входы достаточно сильные сигналы (например гетеродин 65 МГц и ЧМ сигнал ~70 МГц), то на выходе после ФНЧ можно наблюдать сильный разностный сигнал (ЧМ ~5 МГц), пригодный для дальнейшей непосредственной обработки цифровой схемой.

Рассмотрим балансные смесители.

Смесители, которые выполняют функцию перемножения напрямую, обладают превосходными характеристиками, потому что они идеально воспроизводят только гармоники с комбинационными частотами. Одно, достаточно общее свойство таких смесителей то, что они сначала преобразуют входное напряжение (t) в ток, а затем осуществляют перемножение токов. Реальные смесители сложны для анализа, и поэтому их эксплуатационные качества определяются множеством характеристик. Ниже приводится список главных технических требований, предъявляемых к смесителям, в порядке убывания их важности.

Диапазон рабочих частот. Смесители, как правило, применяются в приёмниках, работающих, начиная с очень низких частот до десятков гигагерц. Типичные серийно выпускаемые смесители имеют максимальную рабочую частоту от 100 МГц до 2,5 ГГц. Диапазон рабочих частот является фундаментальной спецификацией проекта, которая в значительной степени определяет конечный выбор типа смесителя.

Динамический диапазон. Это одна из наиболее важных технических характеристик смесителя. Значительный рост числа используемых передатчиков и наличие источников помех означает, что современные радиоприёмники, как правило, работают в жёстких условиях помех. Даже в случае, когда полезный сигнал имеет очень малый уровень, например, в спутниковых системах связи, от приёмника требуется, чтобы он сохранял работоспособность и характеристики в присутствии сильных мешающих сигналов. Нижний предел динамического диапазона смесителя определяется его коэффициентом шума, в то время как верхний предел определяется уровнями компрессии коэффициента передачи, интермодуляционных составляющих и теплового разрушения.

Коэффициент шума. Как правило, смесители имеют коэффициент шума в пределах от 6 до 20 дБ. Коэффициент шума пассивных смесителей численно равен потерям преобразования. Коэффициент шума активных смесителей зависит от конфигурации схемы и типов применяемых в ней элементов. Общепринято, но вовсе не обязательно, перед первым смесителем включать малошумящий усилитель для снижения коэффициента шума приёмника в целом.

Коэффициент передачи. Доступность готовых усилителей, перекрывающих различные участки частотного диапазона, снимает требование наличия у смесителя какого-либо усиления. Более того, избыточное усиление смесителя может отрицательно сказаться на динамическом диапазоне приёмника в целом. В большинстве случаев, наличие больших вносимых потерь преобразования смесителя также нежелательно, особенно при применении пассивных смесителей. Активные смесители обеспечивают коэффициент передачи в диапазоне от −1 до +17 дБ, в то время как пассивные смесители имеют типовое значение потерь преобразования от 5,5 до 8,5 дБ.

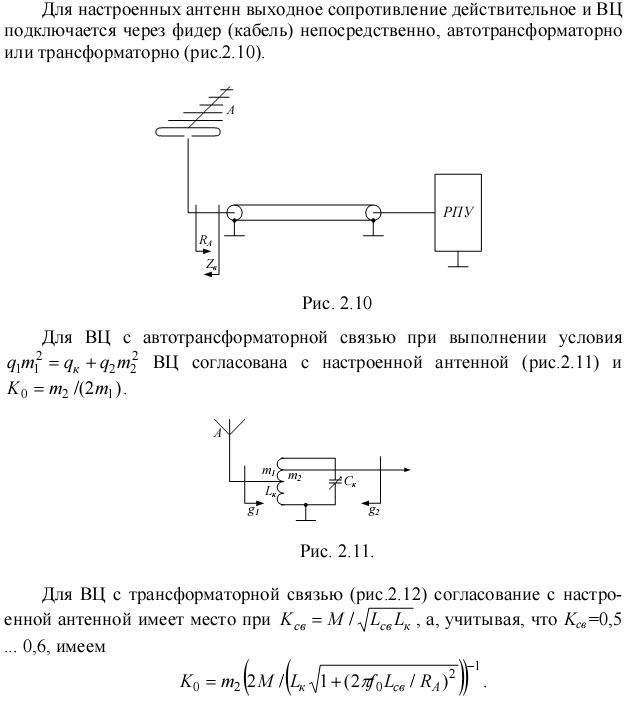
Гетеродинный сигнал. Идеальный смеситель был бы нечувствителен ни к уровню гетеродинного сигнала, ни к уровням содержащихся в нём кратных гармоник, но в реальном случае параметры гетеродина должны соответствовать параметрам смесителя. Пассивные двойные балансные диодные смесители требуют уровень гетеродина от +7 до +23 дБм. Активные смесители требуют уровень гетеродина в пределах от −20 до +30 дБм, в зависимости от применяемого типа. Отсюда следует, что разработка гетеродинного генератора самым тесным образом связана с отобранным типом смесителя.

Развязка. Развязка представляет собой параметр, характеризующий степень подавления паразитного прохождения сигнала, приложенного к какому-либо порту смесителя, на два других вывода. Единственный сигнал, который должен присутствовать на выходе смесителя — это сигнал промежуточной частоты. Величина развязки зависит от того, является ли смеситель небалансным, простым балансным или двойным балансным. Небалансные смесители вообще не имеют развязки между портами. Двойные балансные смесители обеспечивают наилучшую развязку между всеми тремя выводами.

Согласование импедансов. Все три порта смесителя должны быть согласованы с соответствующим трактом. В активных смесителях в результате рассогласования обычно снижается коэффициент усиления. Пассивные смесители особенно чувствительны к рассогласованию по выходу промежуточной частоты, в результате чего получаются большие потери преобразования и больший уровень паразитных продуктов преобразования.

**Билет 16**

1. **Одноконтурная входная цепь для работы с настроенной антенной, основные параметры. Зависимость коэффициента передачи входной цепи от коэффициентов включения сигнала и нагрузки.**



Входные цепи (ВЦ) РПУ – это СЦ, предназначенные для передачи сигнала от

приемной антенны к входу первого усилительного элемента.

Основными характеристиками ВЦ являются:

1. АЧХ и ФЧХ.

2. Резонансный коэффициент передачи напряжения - отношение выходного

напряжения ВЦ на резонансной частоте к э.д.с. сигнала в антенне



3. Коэффициент избирательности по побочным каналам приёма.

4. Коэффициент шума.

5. Рабочий диапазон частот.

6. Зависимости основных характеристик от частоты настройки, т.е. частотная

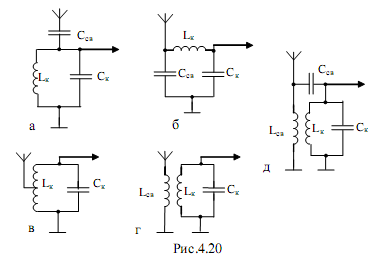
зависимость резонансного коэффициента передачи, избирательных свойств

и коэффициента шума.

7. Постоянство показателей ВЦ при изменении параметров антенны и

усилительного элемента.

Антенны бывают настроенные и ненастроенные. Внутреннее сопротивление

настроенной антенны имеет чисто активный характер на частоте полезного

сигнала или на средней частоте некоторого достаточно узкого диапазона

частот. Характер внутреннего сопротивления ненастроенной электрической

На рис.4.20 представлены следующие основные схемы ВЦ, используемые РПУ:

с внешнеемкостной связью с антенной (а), с внутриемкостной связью с

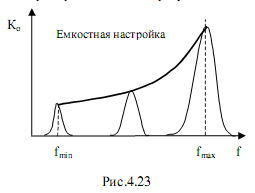
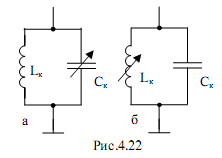
антенной (б), в автотрансформаторной связью с антенной (в), с индуктивной

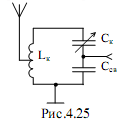
или трансформаторной связью с антенной (г) и с комбинированной связью с

антенной (д).

Дальнейшие рассуждения об основных характеристиках рассматриваемой ВЦ

зависят от элемента, которым осуществляется настройка на станцию (рис.4.22).



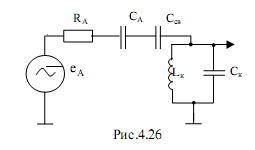
На характеристики ВЦ в значительной мере оказывает влияние способ её связи с нагрузкой. Рассмотрим ВЦ с автотрансформаторной связью с антеннойи внутриемкостной связью с нагрузкой, изображённую на рис.4.25.

Введение внутриемкостной связи с усилительным элементом не улучшает

подавление зеркального канала по сравнению с рассмотренным выше полным

включением контура ВЦ к входу усилительного элемента, так как р2 не зависит

от частоты сигнала.

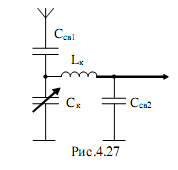
ВЦ с внешнеемкостной связью с антенной

Для рис.4.26 проводимость источника сигнала равна

Разница между автотрансформаторной ВЦ и ВЦ с внешнеемкостной связью с

антенной состоит в том, что для автотрансформаторной ВЦ коэффициент связи

равен

а для ВЦ с внешнеемкостной связью

т.е. в одном случае связь с антенной ослабляется введением

автотрансформатора, а в другом – введением дополнительного конденсатора.

ВЦ с внешнеемкостной связью с антенной и внутриемкостной связью с

нагрузкой представлена на рис.4.27

На основании проведенного анализа можно сделать следующий вывод:

наилучшей будет та ВЦ, в которой наилучшим образом сочетаются: простота,

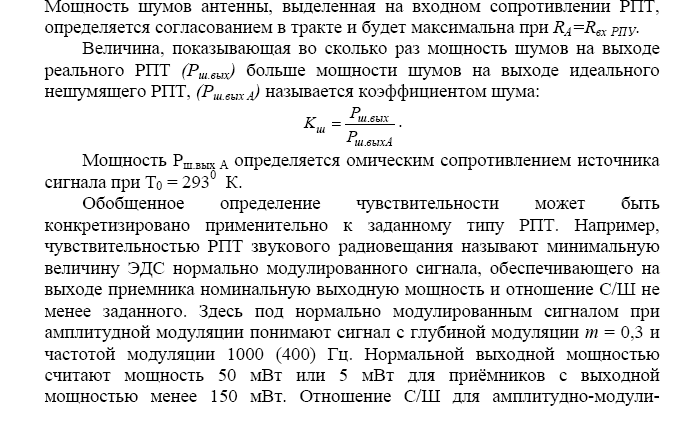
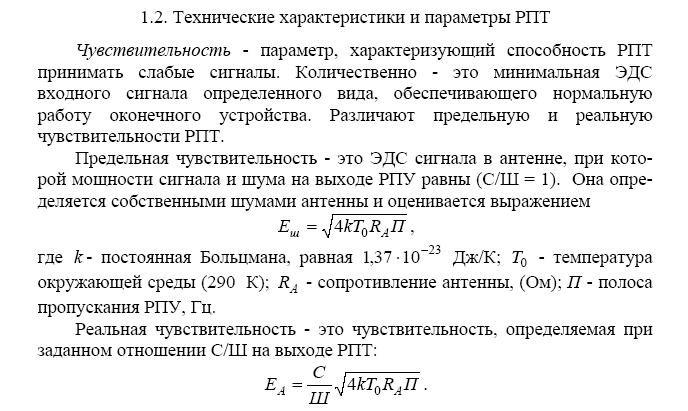
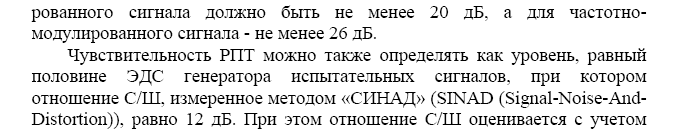
равномерность и величина резонансного коэффициента передачи в рабочей

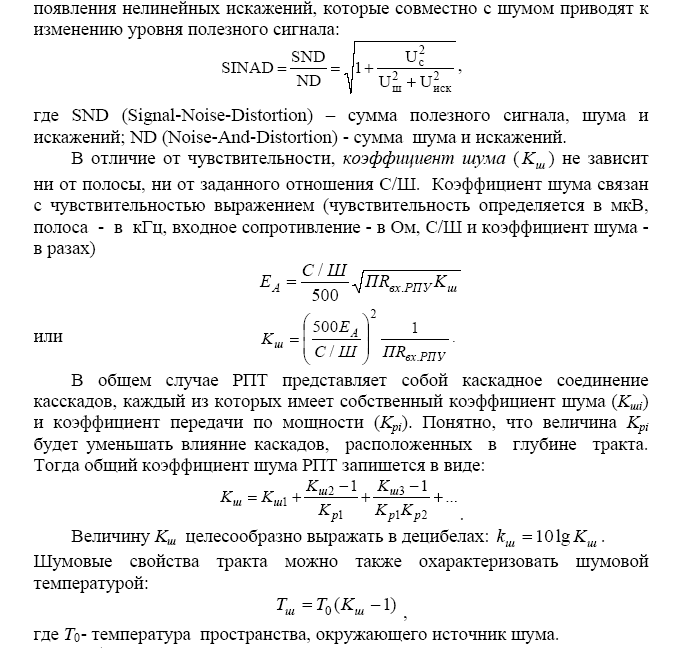
полосе частот, шумовые характеристики, подавление внеполосных побочных

каналов.

херь какае-то!!!!)

1. **Коэффициент шума и шумовая температура последовательно соединенных каскадов.**



**Билет №17.**

**Вопрос 1: Усилитель радиосигналов РПУ, назначение, основные параметры.**

**Усилители радиосигналов (УРС)**

Усилителями радиосигналов принято считать устройства служащие для получения заданного усиления сигналов в диапазоне радиочастот в каскадах предшествующих детектору.

УРЧ

ПЧ

УПЧ

Д

УНЧ

ВП

Рис.5.1. Структурная схема супергетеродинного РПрУ

Основные функции УРС:

1. Усиление полезного сигнала;
2. Уменьшение коэффициента шума и увеличение реальной чувствительности;
3. обеспечение частотной селективности по мешающим и побочным каналам приема.

Классификация:

1. По месту расположения в тракте приема (рис.5.1).

УРЧ (усилитель сигналов радиочастоты), усиливает сигнал на частоте модулированной несущей и располагается перед 1-м преобразователем частоты (ПЧ).

УПЧ (усилитель сигналов промежуточной частоты), усиливает сигнал на преобразованной частоте и располагается после преобразователя частоты (ПЧ).

1. По характеру нагрузки:

резонансные УРЧ, с ярко выраженными селективными свойствами;

слабоселективные;

апериодические.

3) По характеру распределения селективности:

с распределенной селективностью;

с сосредоточенной селективностью (на основе ФСС – фильтров с сосредоточенной селективностью).

4) По конструктивному исполнению:

с сосредоточенными параметрами;

с распределенными параметрами.

5) По типу усилительного элемента:

- на лампах;

- на транзисторах;

- на диодах (параметрические, варакторные, туннельные диоды и т.д.).

6) По диапазону частот.

7) По способу настройки:

- с переменной настройкой (с индуктивной и емкостной настройкой;

- с постоянной настройкой.

**Качественные показатели УРЧ**

1. Резонансный коэффициент усиления по напряжению - Ко = Uвых / Uвх или по мощности – Кро = Рвых / Рвх. Резонансным коэффициентом усиления принято называть отношение амплитуды напряжения сигнала несущей частоты на выходе к амплитуде напряжения сигнала несущей частоты на входе при настройке нагрузочных колебательных контуров на несущую частоту сигнала. При применении в нагрузке полосовых фильтров резонансный коэффициент усиления определяется на средней частоте полосы пропускания.

Общий коэффициент усиления многокаскадного УРС – Кобщ = К1К2К3 . . . Кi

2. Избирательность усилителя определяется его резонансной кривой, т.е. степенью ослабления сигналов помех при расстройке несущей частоты сигнала помехи относительно резонансной частоты усилителя. Для обеспечения избирательности, как правило, используются частотно-избирательные системы: одиночные или связанные контуры, а также полосовые фильтры. Усилитель, в котором нагрузкой служит один колебательный контур, настроенный в резонанс на несущую частоту усиливаемого сигнала, принято называть резонансным. В зависимости от числа контуров в каскаде усилители бывают одноконтурными и многоконтурными.

Эффективная (реальная) избирательность учитывает нелинейность характеристик усилительных приборов и оценивается избирательностью при заданном коэффициенте нелинейных искажений.

3. Коэффициент шума определяет шумовые свойства усилителя и возможность усиления слабых сигналов.

4. Амплитудно-частотные искажения полностью определяются формой резонансной кривой УРЧ и УПЧ.

5. Фазо-частотные искажения являются следствием нелинейности фазовой характеристики усилителя, которая в случае сложной резонансной системы может быть весьма значительной.

6. Нелинейные искажения усилителя определяются нелинейностью рабочего участка его амплитудной характеристики.

7. Динамический диапазон – оценивается по амплитудной характеристике.

**Вопрос 2: Резонансный усилитель радиосигналов РПУ, проектирование по критерию минимальной полосы пропускания при заданном коэффициенте пропускания.**

**Узкополосные УРС с сосредоточенной избирательностью**

Применяются в качестве УПЧ после преобразователя частоты. Необходимая избирательность обеспечивается сложной колебательной системой на входе УРС, а необходимое усиление обеспечивается последующими апериодическими или слабоселективными каскадами. Сосредоточение избирательности на входе УРС повышает помехозащищенность тракта, упрощает регули­ровку и настройку, т.е. делает тракт более технологичным.

Фильтр сосредоточенной избирательности на *LC*-элементах состоит из нескольких связанных контуров, реализующих баттервортовскую, чебышевскую или кауэровскую (эл­липтическую) передаточную характеристику.

Фильтры, описываемые первой зависимостью, имеют гладкую амплитудно-частотную характеристику как в полосе пропускания, так и в полосе задержания, однако наименьшую крутизну скатов (рис.5.43, а). Чебышевские фильтры в полосе прозрачности имеют колебательную характеристику и гладкую внеполосную. Крутизна ската средняя (рис.5.43, б). Эллипти­ческие (кауэровские) фильтры обладают наибольшей крутизной скатов и колебательной АЧХ в полосе и за полосой пропускания (рис.5.43, в).



Рис. 5.43

Структура всех фильтров в целом сходна и для случая с внешнеемкостной связью приведена на рис.5.44.



Рис. 5.44

Основой кварцевого фильтра является кварцевый резонатор - пластина кварца, помещенная в специальный кварцедержатель. Под действием при­ложенного напряжения сигнала в пластине возникают механические коле­бания. Такая избирательная система имеет весьма узкую полосу пропускания (десятки - сотни герц) и доброт­ностью 104 - 106 единиц. Фильтры выполняются в виде в мостовой либо цепочечной схемы (см. рис.5.45, а,б).



Рис. 5.45

Эквивалентная схема кварца представлена на рис.5.46, где обозначены Ссоб – собственная емкость корпуса, Свн – дополнительная внешняя емкость.



Рис.5.46

Входная проводимость двухполюсника равна

, (5.55)

где  - параллельная емкость, определяющая частоту параллельного резонанса (рис.5.46,б)

;

 - частота последовательного резонанса.



Рис.5.47

Принцип действия мостовой схемы поясняется на рис. 5.47. При балансе моста, т.е. при равенстве проводимостей каждого плеча (точки пересечения, соответствующие fc1 и fc2) выходное напряжение отсутствует. Полоса частот между fc1 и fc2 соответствует полосе прозрачности фильтра.



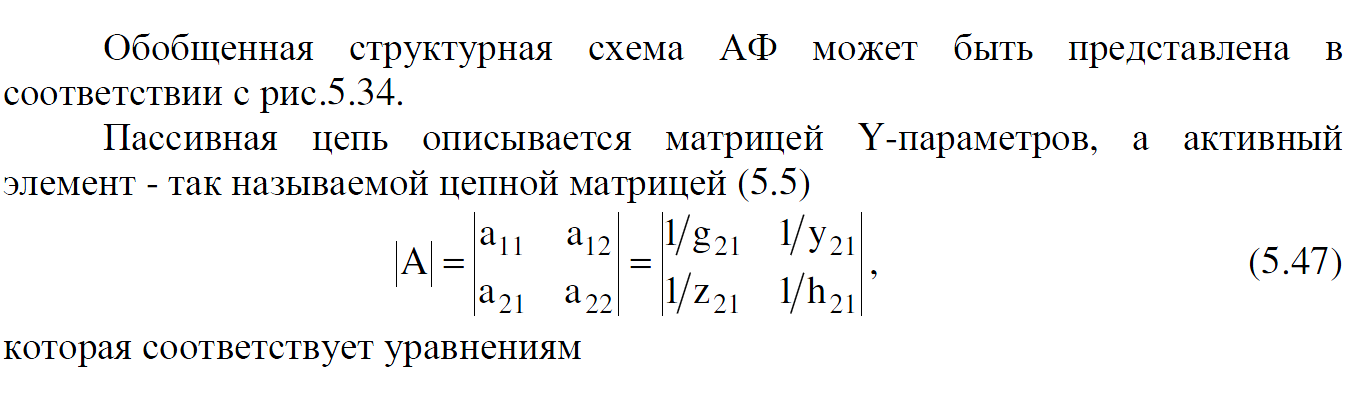
Рис. 5.48

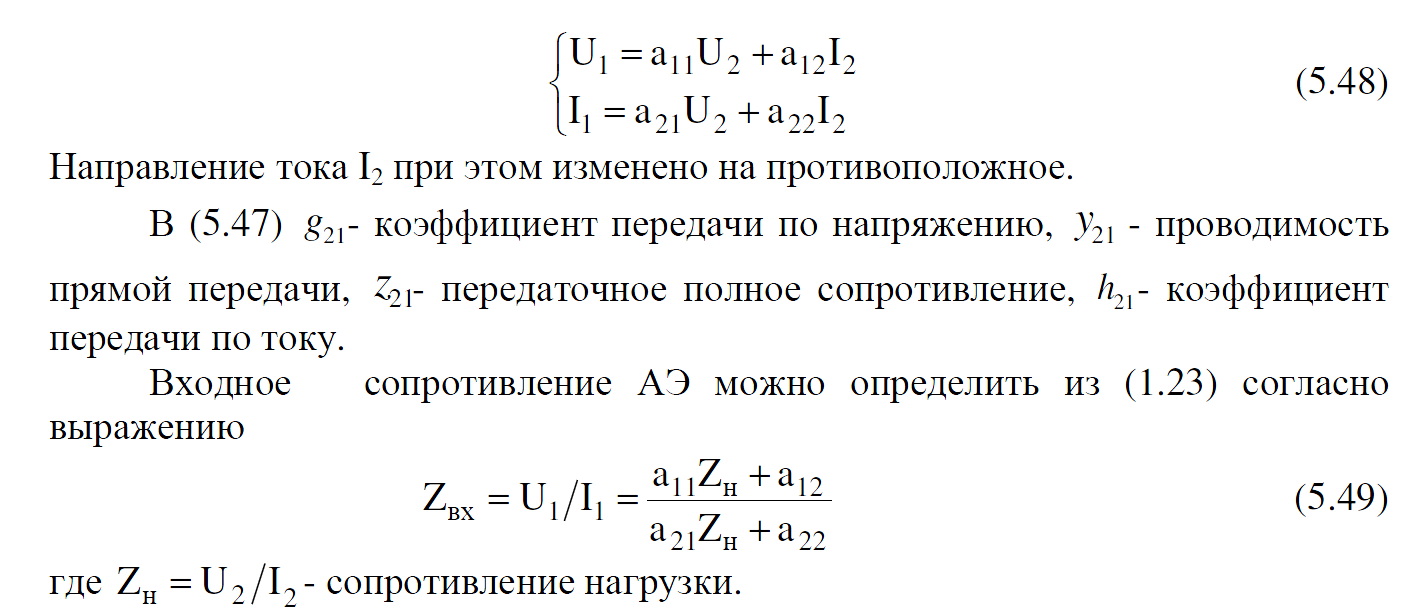
В современных РПУ используются также монолитные кварцевые фильтры, представляющие собой решетку из электродов, нанесенных на поверхность кварца. Электроды действуют как резонаторы, а участки между ними - как элементы связи.

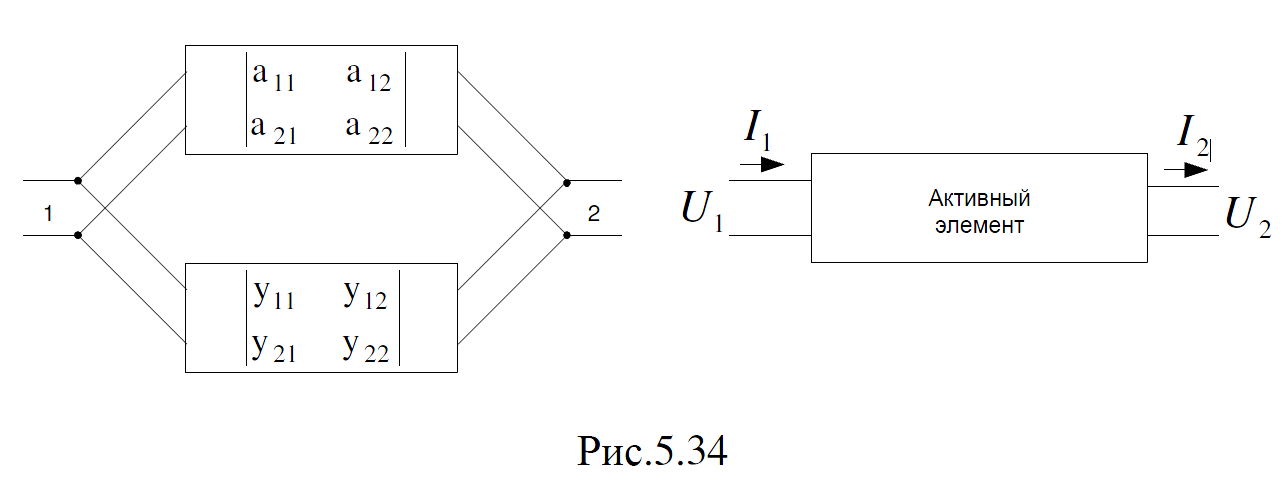
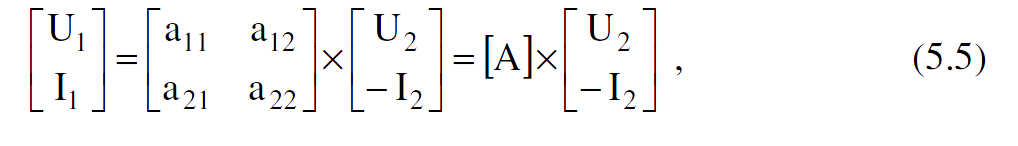
Кварцевый фильтр включается в УРЧ через колебательные контуры *LкCк* (рис.5.48), которые согласуют входное и выходное сопротивления фильтра (1 - 8 кОм) с трактом и повышают затухание фильтровой системы для больших расстроек. Полосное затухание фильтра невелико и не превышает 2 - 3 дБ совместно с согласующей системой, селективность составляет более 60 дБ.

**Билет №18.**

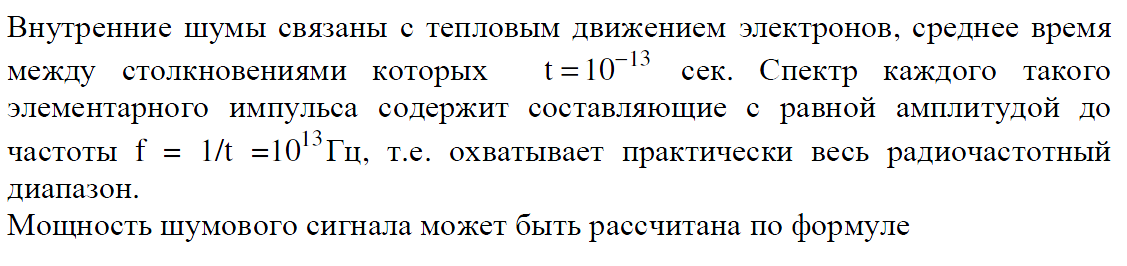
1. **Формальная модель активного элемента РПУ, основные параметры в терминах Y-параметров**

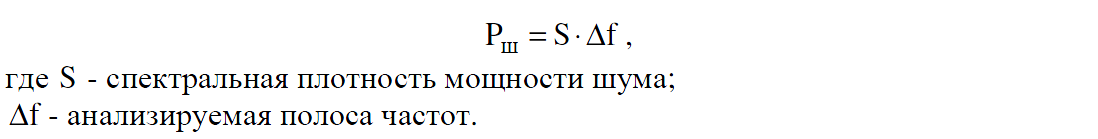


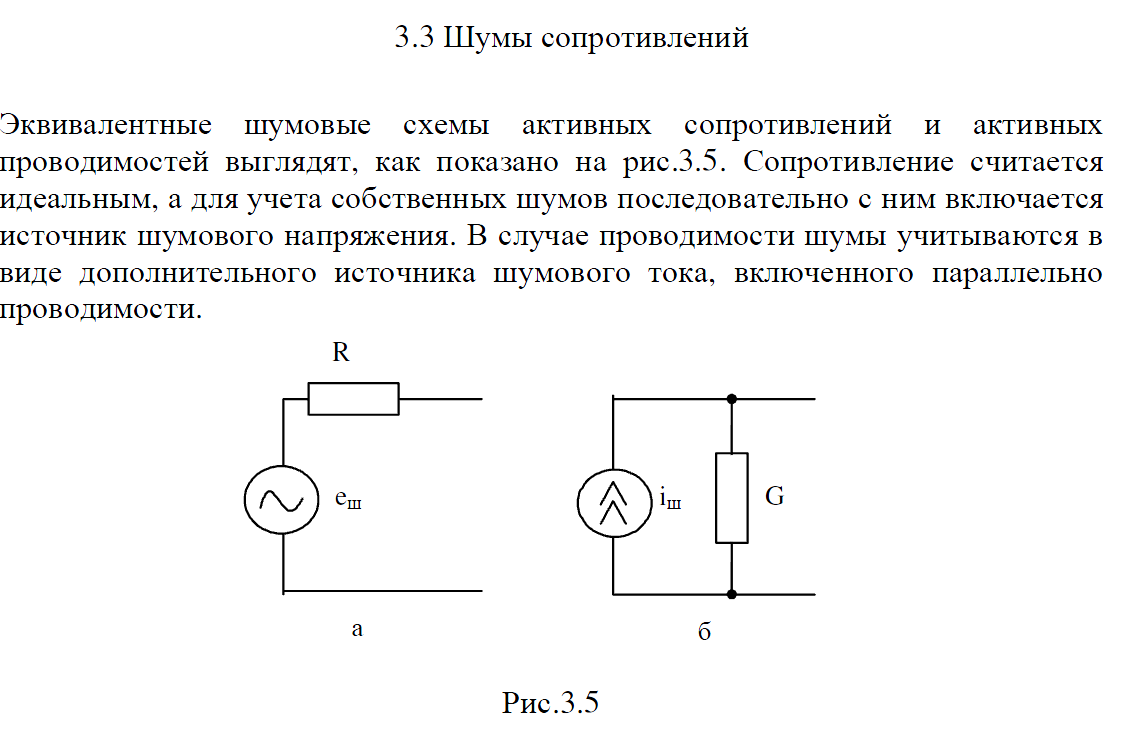




**2.Шум в радиотехнических элементах, основные параметры. Стационарный и эргодический шум.**





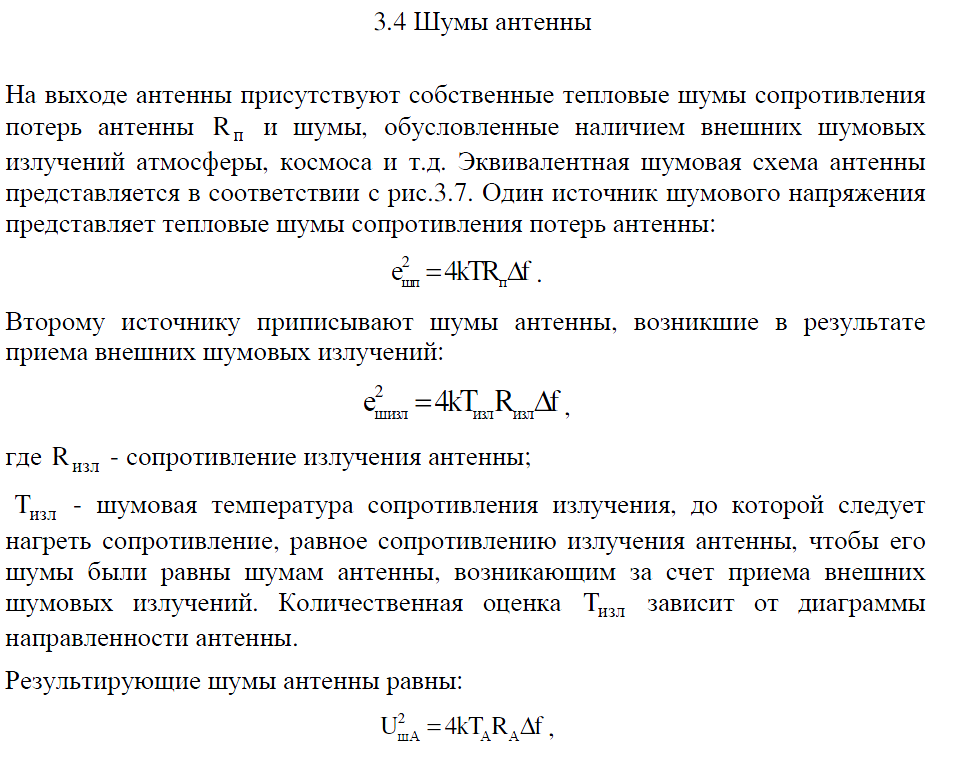


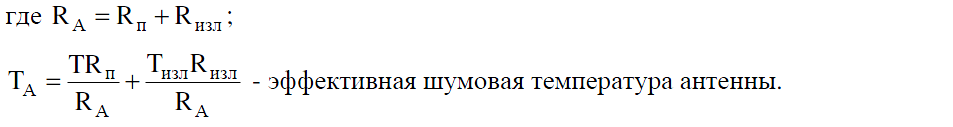
Эргодический и стационарный шум

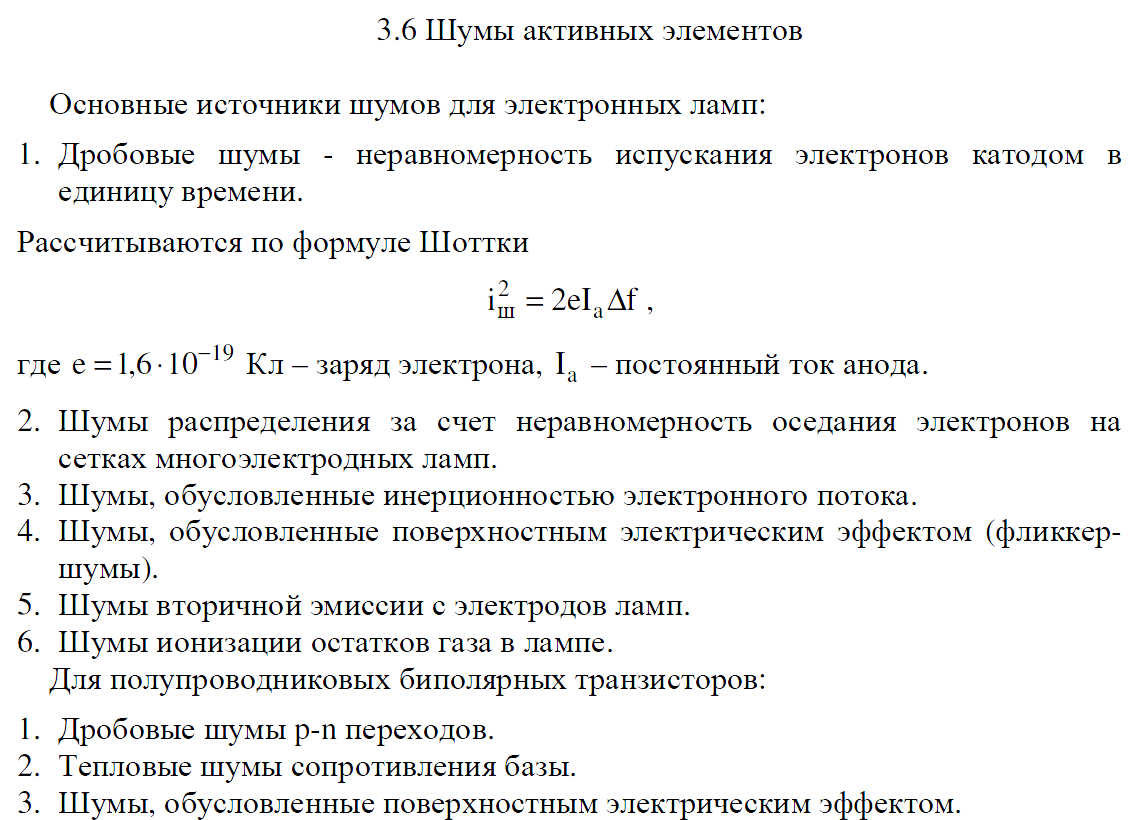
Случайные процессы, удовлетворяющие этому условию, называются стационарными в узком смысле. Случайный процесс, у которого математическое ожидание и дисперсия не зависят от времени, а функция корреляции зависит только от разности называется стационарным в широком смысле. Случайные процессы, не удовлетворяющие условию (4.16), называются нестационарными. Реализация нестационарного процесса приведена на рис.4.3. У этой реализации меняется не только среднее значение, но и дисперсия. Стационарный случайный процесс называется эргодическим, если любая его реализация имеет одни и те же статистические свойства (рис.4.1). Поэтому для эргодических случайных процессов любая статистическая характеристика, полученная ус­реднением по множеству реализаций, может быть получена также усреднением за достаточно большой промежуток времени по одной реализации случайного процесса.

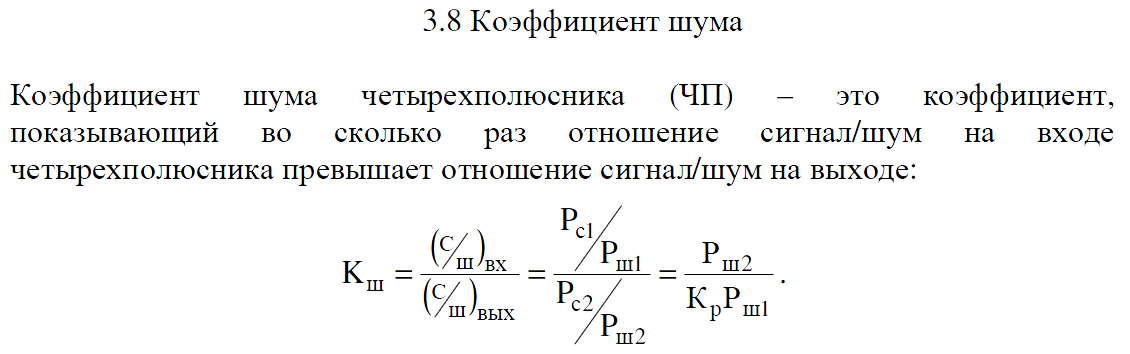
Эргодический центрированный стационарный нормальный процесс, корреляционная функция которого равна - функции, а спектральная плотность постоянна при всех частотах, называется белым шумом.

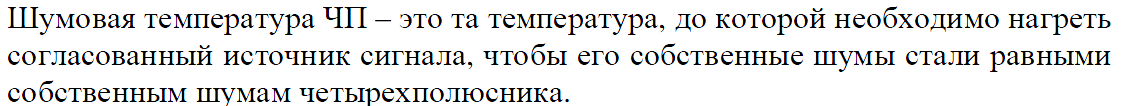
Белый шум является математической моделью реального эргодического нормального процесса, применимой в тех случаях, когда его время корреляции много меньше постоянной времени четырехполюсника, на который действует этот процесс, или когда в пределах амплитудно-частотной характеристики четырехполюсника спектральную плотность процесса можно приближенно считать постоянной.

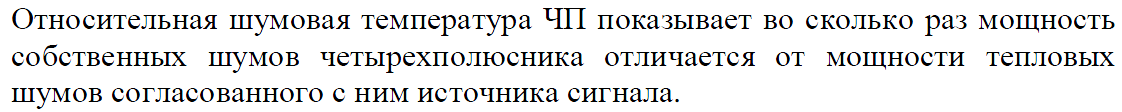








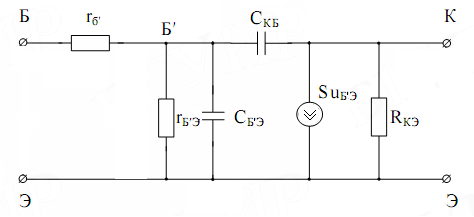




**Билет №19**

1. **Физическая модель биполярного транзистора, смысл элементов схемы.**

Схема Джиаколетто:



- распределенное или объемное сопротивление базы;

– сопротивление эмиттерного перехода , где ;

– постоянная Больцмана ;

*-* абсолютная температура;

*–* заряд электрона;

*–* температурный потенциал ; при комнатной температуре примерно равен 25мВ;

– емкость эмиттерного перехода; – предельная частота усиления по току в схеме с ОЭ;

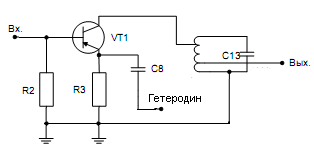
– емкость коллекторного перехода;

– внутренняя крутизна транзистора; - коэффициент усиления по току;

– сопротивление коллекторного перехода;

– выходное сопротивление транзистора в схеме с ОЭ;

1. **Параметрический пассивный транзисторный смеситель частоты, принцип работы, основные параметры.**



На базу транзистора подается принимаемый радиосигнал. На эмиттерный электрод транзистора подается напряжение гетеродина. Напряжение промежуточной частоты снимается с контура, включенного в коллекторную цепь транзистора.

Принцип работы: Сигнал поступает на базовый электрод транзистора, к которому со стороны эмиттерной цепи подводится гетеродинное напряжение. В результате воздействия колебаний сигнала и гетеродина на нелинейную ВАХ транзистора в его выходном токе возникает множество комбинационных частот . В коллекторной цепи включен LC-контур, который отфильтровывает составляющую с промежуточной частотой (на нее настроен контур), а все остальные продукты преобразования, включая сигнальное и гетеродинное колебания, подавляются.