

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
« Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарева »

РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

Входные цепи радиоприемников

методические указания

Саранск

Издательство Мордовского университета
2009

УДК 621.372.862 (076)
Составитель *В. М. Бардин*

Рецензент кандидат технических наук, доцент *Н.Н. Беспалов*.

Радиоприемные устройства. Входные цепи радиоприемников : метод. указания //сост. В. М. Бардин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 12 с.

Рассмотрены параметры и характеристики входных цепей радиоприемников и их схемотехнические решения.

Предназначено для студентов специальности «Радиотехника» очной и заочной форм обучения.

Печатается по решению научно-методического совета Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева.

Учебное издание

Радиоприемные устройства
Входные цепи радиоприемников

Методические указания

Составитель **БАРДИН** Вадим Михайлович

Печатается в авторской редакции в соответствии с представленным оригиналом

Подписано в печать 00. 00. 09. Формат 60 x 84 1/16
Усл. печ. Л. 0,00. Тираж 000 экз. Заказ № 00
Издательство Мордовского университета.
Типография Издательства Мордовского университета
430005, г. Саранск, ул. Советская, 24

Пояснительная записка.

Входные цепи в радиоприемном устройстве служат для выполнения двух задач: предварительной селекции сигнала и согласования сопротивления антенны с входным сопротивлением первого каскада усилительного тракта приемника. В работе приводятся основные схемные решения таких цепей и их основные характеристики. Предлагаемый материал в основном соответствует содержанию соответствующего раздела лекционного курса, но не заменяет его.

1. Назначение и характеристики входных цепей радиоприемных устройств

Входная цепь (ВЦ) является согласующим элементом и предназначена для передачи сигнала из антенны на вход усилителя радиочастоты (УРЧ) и осуществления предварительной частотной селекции. Одна из главных функций ВЦ – ослабление сигналов на частотах зеркального канала f_z и промежуточной частоты $f_{ПЧ}$. Другое назначение ВЦ – согласование внутреннего сопротивления источника сигнала (антенны) с входным сопротивлением нагрузки (УРЧ). Структурная схема входной цепи изображена на рис.1.

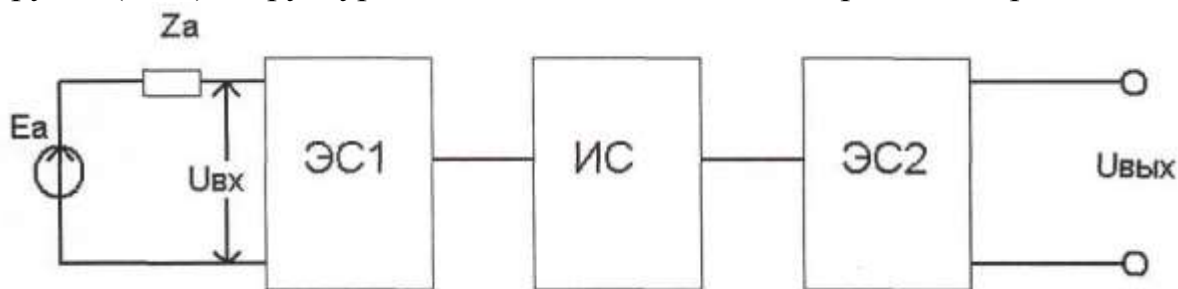


Рис. 1. Структурная схема входной цепи. ЭС1, ЭС2 – элементы связи, ИС - избирательная система

Основными характеристиками ВЦ являются:

1. Коэффициент передачи по напряжению K_u .
2. Селективность $\delta(f)$.
3. Полоса пропускания Π .
4. Коэффициент перекрытия диапазона K_d .
5. Зависимость основных характеристик от частоты настройки.

Коэффициент передачи по напряжению равен отношению напряжения сигнала на выходе ВЦ к ЭДС наведенной в антенне: $K_u = U_{\text{вых}} / E_A$.

Частотная селективность характеризует уменьшение значения модуля коэффициента передачи при заданной расстройке по частоте по сравнению с его значением на частоте собственного резонанса (K_{uo}) избирательной системы: $\delta(f) = |K_u(f)| / K_{uo}$.

Наглядное представление о частотной селективности ВЦ дает ее АЧХ.

Полоса пропускания – это ширина области частот вокруг собственной резонансной частоты ИС с заданным ослаблением на границах. Ослабление обычно принимается равным 0,707 от величины K_u при резонансе.

Под **коэффициентом перекрытия** диапазона частот понимается возможность настройки ВЦ на любую частоту данного диапазона при условии, что неравномерность коэффициента передачи находится в допустимых пределах.

Отношение максимальной частоты диапазона f_{\max} к минимальной f_{\min} называется коэффициентом перекрытия диапазона: $K_{\text{Д}} = f_{\max} / f_{\min}$.

Важными показателями ВЦ являются зависимости основных характеристик от частоты настройки, в частности частотной зависимости резонансного коэффициента передачи, избирательных свойств, коэффициента шума.

2. Схемы и характеристики входных цепей.

Основные варианты схемотехнического построения входных цепей приведены на рис.2.

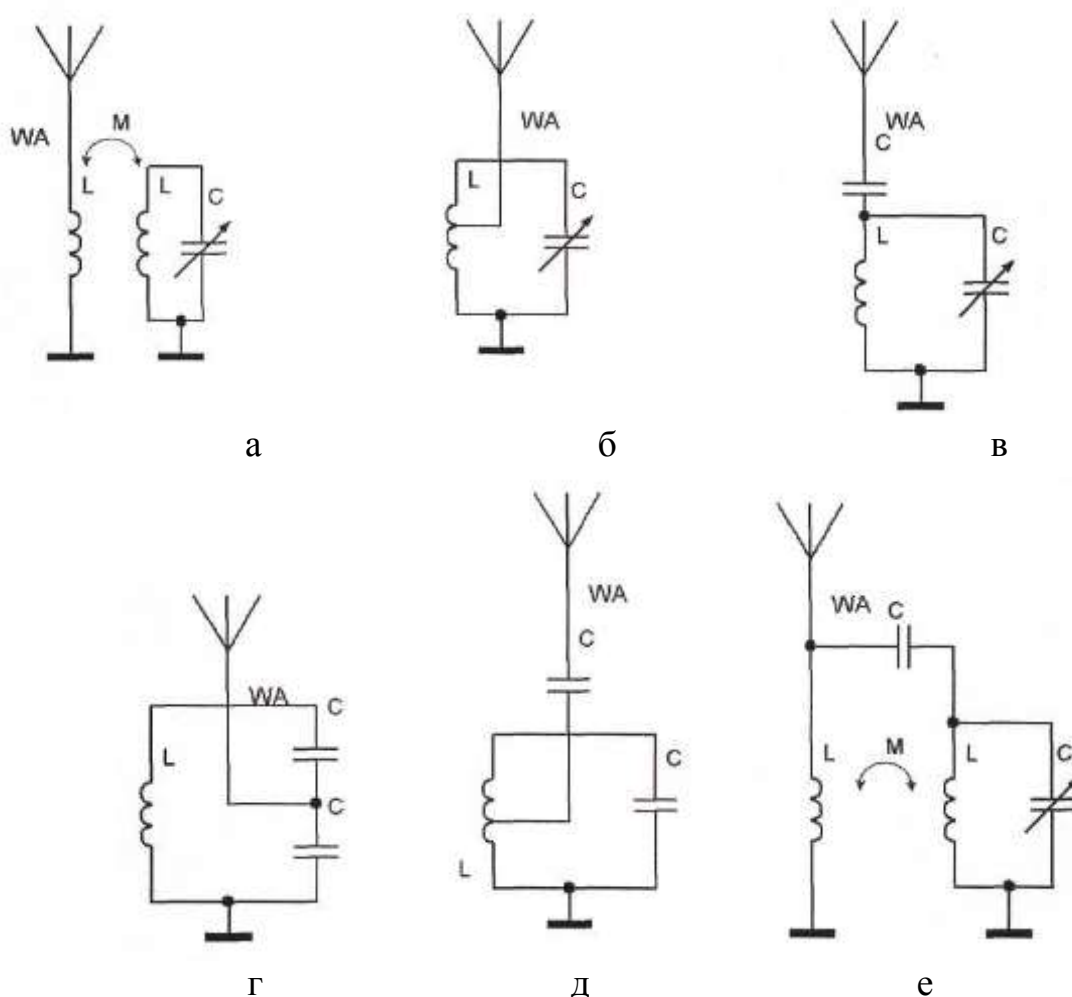


Рис.2. Варианты осуществления связи антенны с избирательной системой (контуром). а - трансформаторная, б – автотрансформаторная, в – внешнеемкостная, г – внутримемкостная, д-е – комбинированная

Отличия состоят, прежде всего, в способах согласования между собой сопротивления антенны, избирательной резонансной системы и входной цепи усилительного элемента схемы.

Кроме одноконтурных входных цепей в РПУ применяются различные многоконтурные схемы. Одна из таких схем приведена на рис.3.

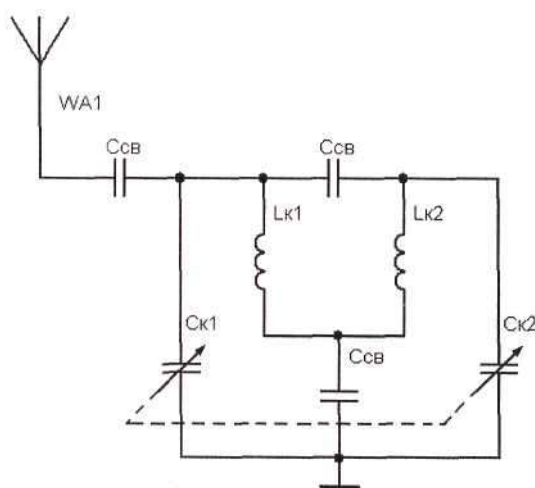


Рис. 3. Двухконтурная входная цепь.

Существенное влияние на общий коэффициент передачи и другие характеристики ВЦ имеет способ связи с нагрузкой. В качестве нагрузки обычно рассматривается входное сопротивление УРЧ. Для уменьшения влияния нагрузки, которая может привести к ухудшению селективности, коэффициента перекрытия и расстройке входного контура, обычно применяют частичное включение нагрузки в контур (рис.4).

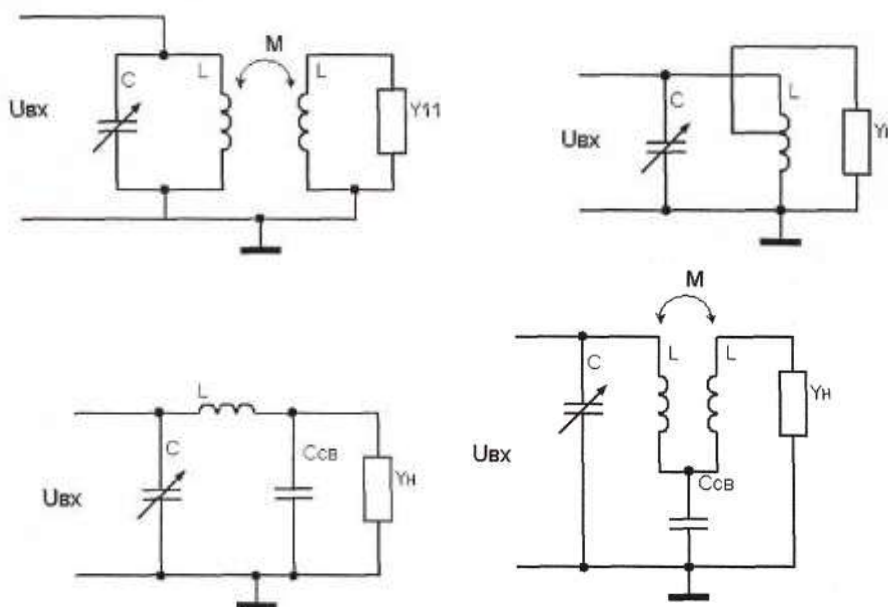


Рис. 4. Способы подключения нагрузки к контуру избирательной цепи

Естественно ожидать, что способ связи антенны с выходной цепью будет влиять на все показатели этой цепи, в частности, на коэффициент передачи. Характер этого влияния отражен в приведенных ниже математических выражениях и графических зависимостях (см. табл.1).

Табл.1

№	Схема	Зависимость $K(f)$	Вид зависимости $K(f)$
1		$K \approx C_{св} Q_{эк} \omega^2 L_k$	
2		$K = \frac{K_{св} Q_{эк}}{\left 1 - \left(\frac{f_a^2}{f_c^2} \right) \right } \sqrt{L_{св}}$ $K_{св} = \frac{M}{\sqrt{L_{св} L_k}}$	
3		$K = \frac{n_1 n_2 R_3}{ Z_A }$ $ Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2}$	

В приведенных выражениях и зависимостях использованы следующие обозначения:

$Q_{эк}$ – эквивалентная добротность нагруженного контура,
 $Q_{эк} = \omega L_k / r$, где r – сопротивление потерь в контуре с учетом всчитанных потерь со стороны антенны и нагрузки.

$K_{св}$ – коэффициент магнитной связи между контурами.

Следует заметить, что характер изменения коэффициента передачи входной цепи в схеме с трансформаторной связью существенно зависит от соотношения частоты, сигнала и собственной резонансной частоты антенны. Если $f_a \gg f_{с.макс.}$, то такая антенна называется укороченной и ее коэффициент передачи резко возрастает с увеличением частоты. Если $f_a \ll f_{с.макс.}$, то такая антенна называется удлиненной и ее коэффициент передачи относительно медленно падает.

Для компенсации неравномерности коэффициента передачи по диапазону применяют комбинированную связь. Например, индуктивную связь в режиме удлиненной антенны дополняют внешнеемкостной связью.

Если размеры антенны невелики по сравнению с длиной волны, то эквивалент ее может быть представлен в виде последовательного соединения L_a , C_a , r_a (рис.5 а).

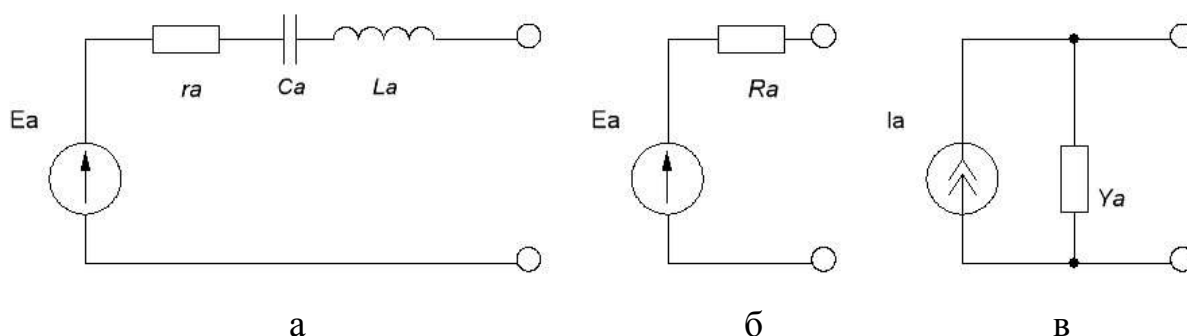


Рис.5. Эквивалентные схемы антенны.

В диапазонах километровых (30 - 300 кГц) и гектометровых (300 - $3 \cdot 10^3$ кГц) волн $\omega L_a \ll \frac{1}{\omega C_a}$, поэтому индуктивностью можно пренебречь. В

диапазоне дециметровых волн (3 - 30 МГц) сопротивление ненастроенных антенн может иметь как емкостной, так и индуктивный характер. В диапазоне метровых волн обычно используют антенны, настроенные на среднюю частоту диапазона, на которой антенны обладают только сопротивлением r_a . Если оно равно волновому сопротивлению фидера R_a , то антенна присоединяется к фидеру непосредственно, в других случаях – через согласующее устройство. При этом антенна вместе с фидером эквивалентна генератору ЭДС E_a с сопротивлением R_a (рис.5б) или генератору тока $I_a = E_a / R_a$ с проводимостью $Y_a = 1 / R_a$ (рис. 5 в).

По числу селективных элементов ВУ разделяют на одноконтурные, двухконтурные, многоконтурные; по способу связи колебательной системы с антенной и нагрузкой – на ВУ с непосредственной, трансформаторной, автотрансформаторной, емкостной и комбинированной связью.

На рис. 6 в качестве примера приведены две схемы ВЦ.

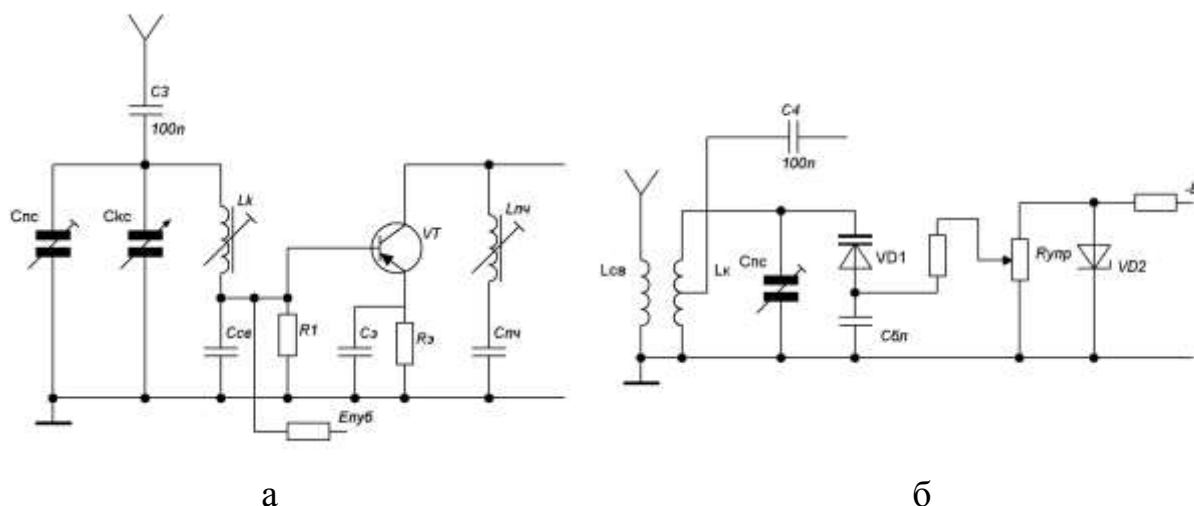


Рис. 6. Варианты схем ВЦ.

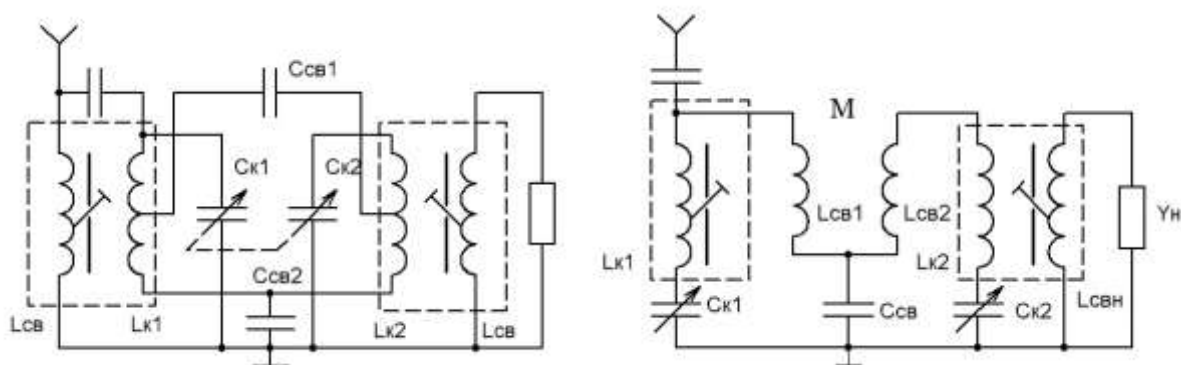
При использовании биполярных транзисторов с учетом их большой входной проводимости контур включается частично, полевые транзисторы позволяют включать его полностью. Селекция помехи с частотой, равной промежуточной, может осуществляться с помощью отдельного последовательного или параллельного контура.

Автотрансформаторную связь обычно применяют при работе от штыревых антенн. Схемы с внешнеемкостной связью при $C_{св}=5 - 30$ пФ позволяют получить достаточно большой коэффициент передачи. Но он сильно меняется при перестройке в пределах диапазона. Поэтому такое включение рекомендуется для приемников невысокого класса при растянутых поддиапазонах, а также при фиксированной настройке. Схема с внутренней связью используется для антенн с малой емкостью, например штыревых, для которых можно реализовать режим укорочения. В этом режиме схема обеспечивает постоянство коэффициента передачи в диапазоне частот.

Схема с комбинированной связью обеспечивает высокий коэффициент передачи при малой неравномерности. Существенное влияние на общий коэффициент передачи ВЦ имеет способ связи с нагрузкой. Для уменьшения влияния нагрузки, которая может привести к ухудшению селективности, снижению коэффициента перекрытия и расстройке входного контура применяют частичное включение нагрузки в контур. Одним из наиболее распространенных вариантов подключения нагрузки является трансформаторное или автотрансформаторное, которые обеспечивают относительное постоянство коэффициента передачи.

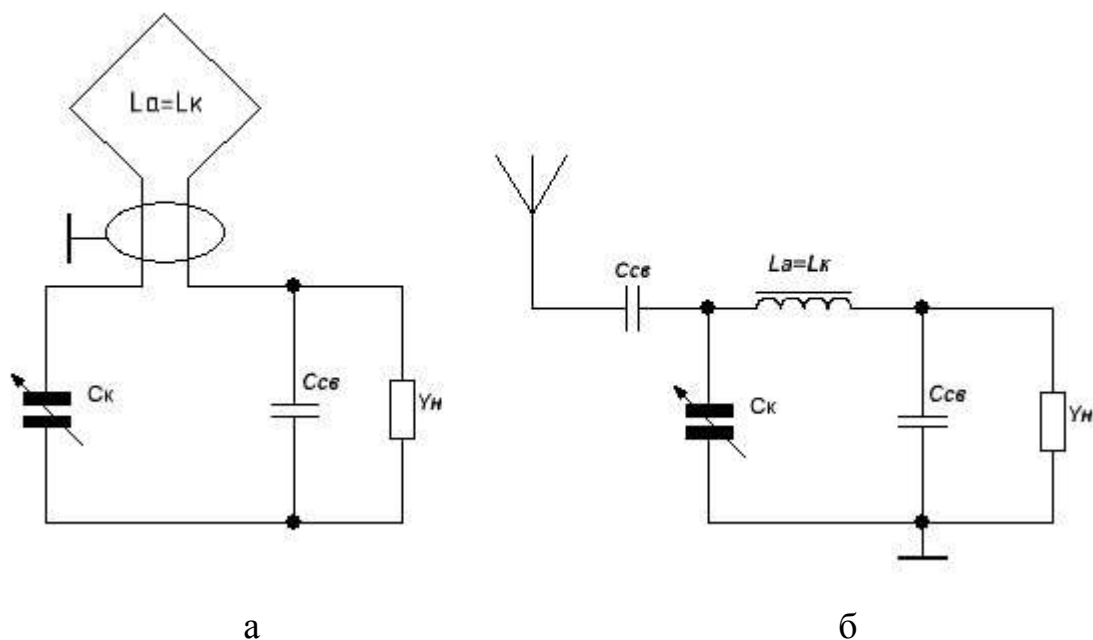
Схема с емкостной связью более помехоустойчива. При высоких требованиях к постоянству параметров можно рекомендовать комбинированную связь. Двухконтурные полосовые фильтры (рис.7) позволяют улучшить селективность при заданной полосе. Такие фильтры применяются на ДВ и СВ (реже КВ) в профессиональных и радиовещательных приемниках высших

классов. Но использование многотурных фильтров уменьшает коэффициент передачи ВЦ и увеличивает коэффициент шума.



а б
Рис.7. Схемы двухконтурных входных цепей

Для получения пространственной селективности применяют ВЦ с рамочными (рис.7а) или магнитными (рис.7б) антеннами, обладающими направленными свойствами. Рамочная антенна является одновременно и катушкой индуктивности контура.



а б
Рис. 8. Способы включения рамочных антенн.

3. Входные цепи при работе с настроенными антеннами.

Настроенные антенны применяют в диапазонах, в которых размеры антенны соизмеримы с длиной волны. Это телевизионное вещание, профессиональные приемники декаметровых волн, магистральные линии связи и пр. Обычно в таких случаях предъявляют высокие требования к чувствительности приемника, которая ограничена его собственными шумами, поэтому важно обеспечить наилучшую передачу сигнала от антенны к входу усилителя радиочастоты. Максимальный коэффициент передачи по мощности дости-

гается согласованием антенны с фидером и фидера с входом первого уси-
 тельного каскада (рис. 9).

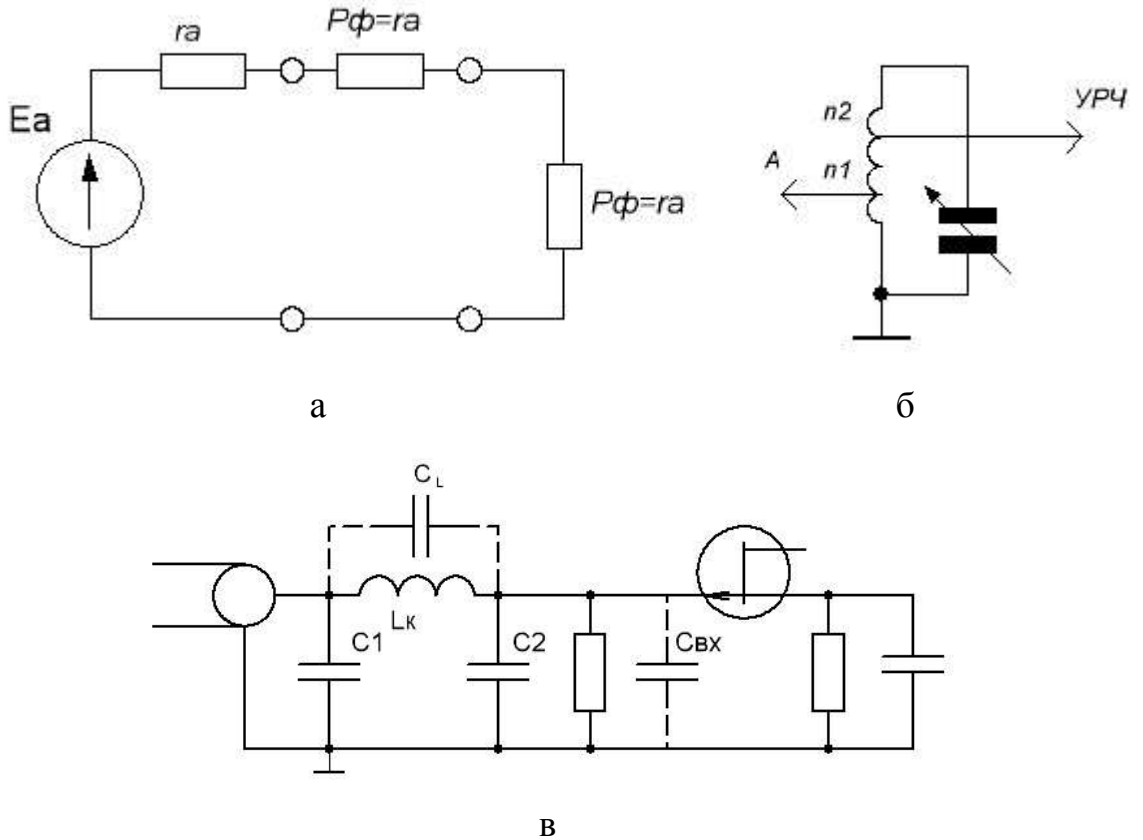


Рис.9. Подключение настроенных антенн.

Условие согласования предполагает равенство проводимости, вносимой из антенны в контур, и собственной проводимости контура с учетом влияния входа последующего каскада $n_1^2 g_A = g_K + n_2^2 g_{вх}$.

Типичным способом согласования является двойная автотрансформаторная связь (рис.9 б). Фидером чаще всего является симметричный или несимметричный коаксиальный кабель с нормируемым сопротивлением. Согласование фидера и получение заданного результирующего затухания достигается выбором коэффициентов трансформации n_1 и n_2 .

При несимметричном фидере наряду с автотрансформаторной связью можно использовать и емкостной делитель (рис 9 в).

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры и характеристики антенн и поясните их суть.
2. С какой целью осуществляется согласование антенн с колебательным контуром?
3. Какими параметрами определяется коэффициент передачи ВЦ?
4. От чего зависит ширина полосы пропускания ВЦ?
5. Как осуществляется электронная перестройка входного контура?
6. Что понимается под терминами «укороченная антенна» и «удлиненная антенна»?

Рекомендуемая литература

1. Фомин Н. Н., Радиоприемные устройства /Н. Н. Фомин, Буга Н. Н. и др./ - М. : Горячая линия –Телеком, 2007. 520 с.
2. Головин О. В. Радиоприемные устройства. М. : Горячая линия – Телеком, 2004. 384 с.
3. Уваров Р. В., Радиоприемные устройства. /Уваров Р. В., Хиленко В. П./ - М.: Радио и связь, 1989, 280 с.
4. Палшков В. В. Радиоприемные устройства. – М. : Радио и связь. 1984, 392 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
1. Назначение и характеристики входных цепей радиоприемных устройств	4
2. Схемы и характеристики входных цепей	5
3. Входные цепи при работе с настроенными антеннами	10
Контрольные вопросы	11
Рекомендуемая литература	12