

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ РАДИОПРИЕМНИКА

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом института  
в качестве  
методических указаний  
к лабораторной работе 2

УДК 621.396.62

В методических указаниях приведены общие сведения о структуре и основных электрических характеристиках входных цепей радиоприемников; кратко рассмотрены схемы одноконтурных цепей с ненастроенной антенной, дано описание лабораторного макета, порядок выполнения работы. Указания предназначены студентам специальности 0701.

Составитель Л. И. Калакутский

Рецензенты: Н. Я. Янцен, Ю. С. Быховский

Цель работы: ознакомление со схемным построением и основными характеристиками входных цепей (ВЦ) РПрУ; исследование основных характеристик ВЦ РПрУ с ненастроенной антенной.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

### СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЦ РПрУ

*Общие сведения.* Входная цепь связывает антенно-фидерную систему со входом первого активного каскада радиоприемного устройства (например с усилителем радиочастоты или преобразователем частоты).

Основными функциями являются:

предварительная частотная селекция принимаемого сигнала, т. е. выделение полезного сигнала из совокупности различных ЭДС, наводимых в антенне;

передача энергии полезного сигнала на вход первого активного каскада с наименьшими потерями и искажениями.

ВЦ включает частотно-избирательную систему и элементы связи с антенной и входом каскада. В зависимости от диапазона частот в качестве избирательных систем могут применяться различные виды колебательных контуров с сосредоточенными параметрами, а также микрополосковые, коаксиальные, полосковые или объемные резонаторы.

В супергетеродинном приемнике ВЦ совместно с усилителем радиочастоты образует преселектор, обеспечивающий частотную избирательность приемника по дополнительным каналам приема.

*Основные электрические характеристики ВЦ.* Основными характеристиками ВЦ являются:

коэффициент передачи  $K = U_{\text{вых}} / E_a$ ,

где  $U_{\text{вых}}$  — напряжение сигнала на выходе ВЦ;

$E_a$  — ЭДС, наводимая в антенне полем сигнала или ЭДС генератора, эквивалентного антенне, подаваемая на вход ВЦ;

если несущая частота входного сигнала равна частоте настройки ВЦ, т. е.  $f_c = f_0$ , то  $K = K_0$ , где  $K_0$  — резонансный коэффициент передачи ВЦ;

диапазон рабочих частот  $f_{0 \min} \dots f_{0 \max}$  ;

избирательность ВЦ (дБ)  $\sigma_{\text{вц}f} = 20 \lg \frac{K_0}{K_f}$  ,

где  $K_f$  — коэффициент передачи ВЦ на частоте  $f$ , на которой определяется величина избирательности ВЦ;

полоса пропускания ВЦ, определяемая как ширина резонансной характеристики ВЦ по уровню 3 дБ.

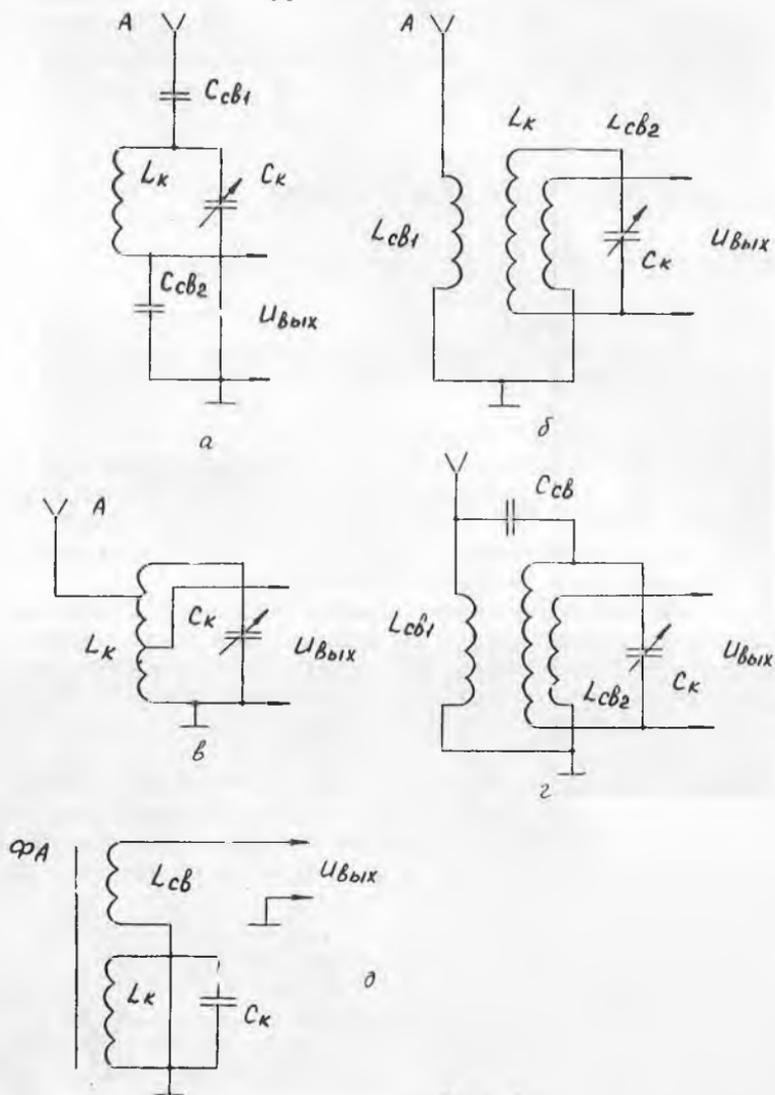


Рис. 1

К ВЦ приемников декаметровых и более длинных волн предъявляются следующие основные требования:

обеспечение заданного коэффициента передачи во всем диапазоне рабочих частот;

обеспечение необходимой частотной избирательности по дополнительным каналам приема при заданной величине полосы пропускания;

слабое влияние изменения параметров антенны и первого активного элемента каскада на характеристики ВЦ.

*Схемы ВЦ.* Схемы ВЦ различаются по числу контуров, виду связи первого контура с антенной, виду связи с активным элементом, способу перестройки, конструктивным признакам и т. д. На рис. 1 изображены схемы одноконтурных ВЦ, предназначенных для работы с ненастроенной антенной: а — схема с внешнеемкостной связью с антенной и внутримкостной — с активным элементом; б — схема с индуктивной связью с антенной, а также и с активным элементом; в — схема с двойной автотрансформаторной связью; г — схема с комбинированной (индуктивно-емкостной) связью с антенной и индуктивной — с активным элементом; д — схема с магнитной антенной.

На рис. 2 изображена схема двухконтурной ВЦ с индуктивной и внутримкостной связью между контурами и индуктивной связью с антенной и активным элементом.

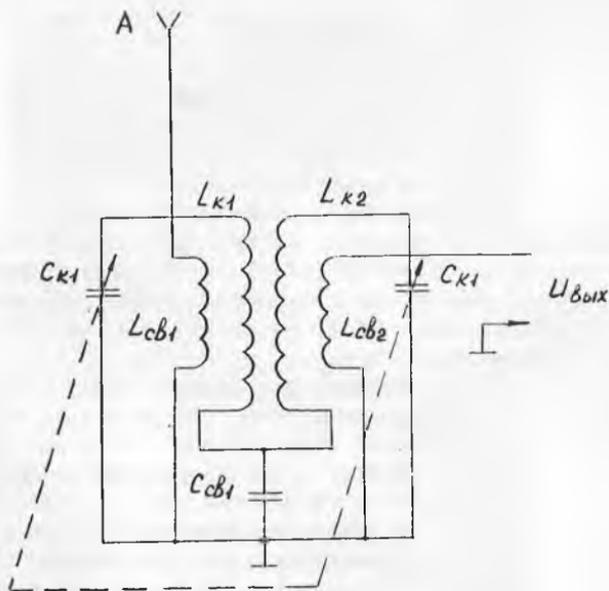


Рис. 2

Одноконтурные ВЦ отличаются простотой конструктивного построения, обладают высоким коэффициентом передачи, просты в настройке, сочетают малую неравномерность коэффициента передачи по диапазону с удобством перестройки. Однако полоса пропускания одноконтурных ВЦ изменяется при перестройке по диапазону, растет при увеличении частоты настройки, а избирательность невелика, особенно в декаметровом и более коротковолновых диапазонах. Одноконтурные ВЦ широко используются в радиовещательных приемниках.

Многоконтурные ВЦ позволяют получить высокую избирательность при форме резонансной характеристики, обеспечивающей наименьшие искажения принимаемого сигнала, поэтому они применяются в высококачественных профессиональных приемниках.

*Характеристики одноконтурных ВЦ с ненастроенной антенной.* Для диапазонной ВЦ с ненастроенной антенной вид связи контура ВЦ с антенной существенно влияет на результирующие ее характеристики.

*Внешнеемкостная связь* с антенной может обеспечить достаточно большой коэффициент передачи и высокую избирательность, но ее применение приводит к большой неравномерности резонансного коэффициента передачи при перестройке по диапазону. Эта неравномерность может вызвать изменение чувствительности приемника при его перестройке, поэтому данный тип ВЦ применяется в приемниках с узким диапазоном частот.

*Индуктивная связь с антенной* (см. рис. 1,б,е) используется в режиме удлинения, т. е. тогда, когда  $f_{0a} < f_{0 \min}$ , где  $f_{0a}$  — резонансная частота антенной цепи, или в режиме укорочения, когда  $f_{0a} > f_{0 \max}$ . Наибольшее распространение получил режим удлинения, при котором коэффициент передачи имеет малую неравномерность. В режиме укорочения резонансный коэффициент передачи изменяется пропорционально квадрату частоты. Общий недостаток индуктивной связи — пониженная избирательность на частотах, близких к резонансной частоте антенной цепи.

*Комбинированная индуктивно-емкостная связь* с антенной (см. рис. 1,г) сложнее в настройке, но обеспечивает малую неравномерность при достаточно высоких величинах коэффициента передачи и избирательности.

Связь контура ВЦ с активным элементом может быть частотно-зависимой, например внутриемкостной (см. рис. 1,а). При внутриемкостной связи коэффициент передачи от контура к активному элементу уменьшается с ростом частоты, поэтому такую связь целесообразно сочетать с внешнеемкостной связью контура с антенной или индуктивной — в режиме укорочения. При связях контура ВЦ с антенной, обеспечивающих малую неравномерность коэффициента передачи по диапазону, выгодно использовать частот-

но-независимую связь контура с активным элементом, например индуктивную (рис. 1,г). Недостаток индуктивной связи заключается в падении избирательности ВЦ на частотах, соответствующих резонансу паразитного контура, образованного индуктивностью связи и входной емкостью активного элемента.

Величина связи контура ВЦ с ненастроенной антенной и активным элементом определяет величину активных и реактивных проводимостей, вносимых в контур. Поэтому величину связи задают, исходя из допустимого ухудшения избирательности ВЦ и сдвига частотного диапазона.

### *ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАКЕТА*

Принципиальная схема макета ВЦ показана на рис. 3. Макет содержит двухконтурную ВЦ, настроенную на фиксированную частоту диапазона, и перестраиваемую по диапазону одноконтурную ВЦ.

Двухконтурная ВЦ содержит колебательные контуры L2, C2, C3 и L3, C5, C6, связанные между собой с помощью индуктивной и внутриемкостной (конденсатор C4) связи. Связь ВЦ с антенной цепью и выходом — индуктивная (катушки связи L1 и L4 соответственно). В качестве эквивалента антенны используется генератор сигналов, подключаемый на вход ВЦ через конденсатор C1.

Одноконтурная ВЦ содержит перестраиваемый контур L7, C11, C12. Переключатель SA2 служит для выбора вида связи контура с антенной: внешнеемкостной с помощью конденсатора C9; индуктивной в режиме укорочения или удлинения с помощью различных катушек связи.

Переключатель SA3 обеспечивает либо автотрансформаторную с помощью отвода от катушки L7, либо внутриемкостную с помощью конденсатора C10 связь контура ВЦ с нагрузкой (активным элементом). Переключатель SA4 служит для включения или выключения внутренней нагрузки C13, R1 или C14, R2 (в зависимости от положения переключателя SA5), имитирующей вход активного элемента.

Диапазон рабочих частот макета составляет приблизительно 500...1500 кГц. При выполнении работы милливольтметр и осциллограф подключают к выходу исследуемой схемы ВЦ.

### *ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ*

1. Выбрать для исследования два варианта схемы ВЦ (одноконтурной), обеспечивающие малую неравномерность резонансного коэффициента передачи по диапазону. Дальнейшие указания относятся к каждой схеме ВЦ.

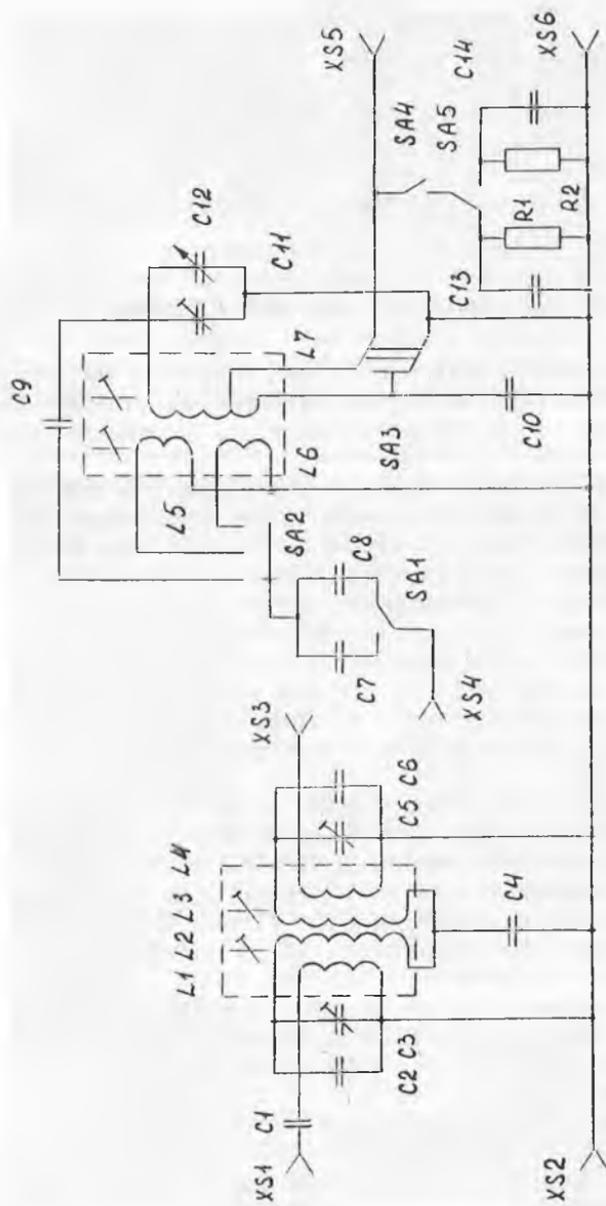


Рис. 3

2. Определить зависимость резонансного коэффициента передачи одноконтурной ВЦ от частоты при ее перестройке по диапазону при подключенной внутренней нагрузке.

2.1. Установить переключатели SA2, SA3 в положение в зависимости от выбранной схемы ВЦ.

2.2. Установить переменный конденсатор C12 в положение 1.

2.3. Перестраивая генератор сигналов, определить по максимуму выходного сигнала значение резонансной частоты ВЦ и выходного напряжения на резонансе.

2.4. Последовательно устанавливая C12 в положение 1—5, повторить п. 2.3.

2.5. Построить зависимость резонансного коэффициента передачи от частоты, определить  $f_{0\min}$ ,  $f_{0\max}$ , рассчитать величину неравномерности  $K_0$  по диапазону.

3. Определить зависимость полосы пропускания и избирательности ВЦ при ее перестройке по диапазону.

3.1. Настроить ВЦ на частоту  $f_{0\min}$ , используя данные п. 2.

3.2. Перестраивая генератор сигналов, определить значение выходного напряжения на резонансе; увеличивая (или уменьшая) частоту генератора, измерить резонансную характеристику ВЦ, т. е. зависимость выходного напряжения ВЦ от частоты сигнала. Измерения проводить до уровня  $-20$  дБ относительно напряжения на резонансе, зафиксировав не менее 10 точек.

3.3. Построить резонансную характеристику ВЦ. Определить полосу пропускания ВЦ и избирательность по зеркальному каналу приема ( $f_{\text{пр}} = 465$  кГц).

3.4. Настроить ВЦ на среднюю частоту диапазона и выполнить требования п. 3.2, 3.3.

3.5. Настроить ВЦ на частоту  $f_{0\max}$  и выполнить требования п. 3.2, 3.3.

4. Определить влияние смены емкости антенны и нагрузки на характеристики ВЦ.

5. Используя метод п. 2, 3, определить частоту настройки, коэффициент передачи, полосу пропускания, избирательность по зеркальному каналу двухконтурной ВЦ.

6. Сравнить характеристики одноконтурной и двухконтурной ВЦ.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель работы.
2. Принципиальная схема макета.
3. Перечень используемых приборов с указанием их основных данных.

4. Таблицы с результатами измерений и расчетов.
5. Графики зависимостей, определенных в п.п. 2, 3 (см. порядок выполнения работы).
6. Выводы о полученных результатах и их сопоставлении с теорией.

### *ВОПРОСЫ ДЛЯ ДОПУСКА К РАБОТЕ*

1. В чем заключаются основные функции ВЦ?
2. Изобразите схемы ВЦ и объясните назначение элементов.
3. Какие варианты связи контура ВЦ с антенной и транзистором обеспечивают наибольшую равномерность зависимости коэффициента передачи от частоты настройки ВЦ?
4. Назовите основные электрические характеристики ВЦ и способы их определения.

### *ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАБОТЫ*

1. Получите выражение для коэффициента передачи обобщенной схемы ВЦ.
2. Получите выражение для коэффициента передачи входной цепи (для любой схемы) без излишней детализации, пользуясь выражением для коэффициента передачи обобщенной схемы ВЦ.
3. Покажите, какие факторы влияют на избирательность входной цепи.
4. Изобразите эквивалентные схемы входных цепей.
5. Какую связь контура с транзистором целесообразно выбрать при индуктивной связи с антенной в режиме удлинения; индуктивной связи с антенной в режиме укорочения; внешнеемкостной связи с антенной?
6. Что такое резонансная частота антенной цепи и как она определяется?
7. Из каких условий определяется степень связи ВЦ с активным элементом?
8. Чем объясняются побочные максимумы резонансной характеристики ВЦ?

### *БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*

1. Радиоприемные устройства / Под ред. В. И. Сифорова. — М.: Сов. радио, 1974, с. 32—37, 52—56.
2. Палшков В. В. Радиоприемные устройства. — М.: Радио и связь, 1984, с. 33—50.

Составитель *Лев Иванович Калакутский*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНЫХ ЦЕНЕИ РАДИОПРИЕМНИКА

Редактор Е. Д. Антонова  
Техн. редактор Н. М. Каленюк  
Корректор Н. С. Куприянова

Сдано в набор 4.02.88 г. Подписано в печать 24.03.88 г.  
Формат 60×84 1/16. Бумага оберточная. Печать высокая.  
Гарнитура литературная. Усл. п. л. 0,46. Уч.-изд. л. 0,4  
Т. 500 экз. Заказ 297. Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С. П. Королева,  
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.