

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР**

**КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
РАДИОПРИЕМНИКА**

Лабораторная работа 1

КУЙБЫШЕВ 1982

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
РАДИОПРИЕМНИКА

Лабораторная работа I

Куйбышев 1982

УДК 621.396.62

Приведены общие сведения о построении супергетеродинного РПУ и его основных электрических характеристиках. Изложены методы измерения чувствительности и избирательности радиовещательного РПУ, дано описание лабораторного стенда.

Рекомендуется студентам специальности 0701.

Составитель Л.И. К а л а к у т с к и й

Утверждена редакционно-издательским советом института

Ц е л ь р а б о т ы : ознакомление со структурной схемой супергетеродинного РПрУ; изучение методик измерения основных характеристик РПрУ; исследование основных характеристик радиовещательного РПрУ.

1. СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РПрУ

1.1. О б щ и е с в е д е н и я

Радиоприемное устройство (РПрУ) представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов, выполняющих следующие основные функции:

1 - выделение (селекция) полезного сигнала из всех в.д.с., наводимых в антенне РПрУ сигналом и помехами;

2 - преобразование сигнала в форму, необходимую для работы оконечного прибора.

Тип оконечного прибора и остальные составные элементы РПрУ выбираются в зависимости от назначения приемника. Так, для радиовещательного РПрУ оконечным прибором является громкоговоритель, а простейшая его схема содержит частотноселективные цепи, усилитель частоты принимаемого сигнала, детектор и усилитель низкой частоты.

Основные электрические характеристики РПрУ:

чувствительность;

избирательность;

помехоустойчивость;

диапазон рабочих частот;

качество воспроизведения.

1.2. Чувствительность РПРУ

Чувствительность характеризует способность РПРУ обеспечивать прием слабых сигналов. Чувствительность определяется минимальной величиной сигнала в антенне, которая необходима для нормального функционирования оконечного прибора при заданном превышении сигнала над помехой. Чувствительность РПРУ дециметровых и более длинных волн в основном ограничивается уровнем внешних помех (например атмосферного или промышленного происхождения); она оценивается величиной в д.д.с. сигнала, создаваемого в антенне. В диапазонах дециметровых и более коротких волн чувствительность оценивается в единицах мощности сигнала. Здесь основными помехами являются собственные шумы приемника, шумы антенны, основной характеристикой которых является средняя мощность.

В зависимости от характера принимаемого сигнала и назначения РПРУ превышение сигнала над помехой выбирается различным. Так, для радиовещательных РПРУ, где главным требованием является высококачественное воспроизведение принимаемых сигналов, оно составляет 20 дБ, а в связанных РПРУ может быть снижено до 4–6 дБ.

Критерий нормального функционирования оконечного прибора выбирается также в зависимости от характера сигнала и назначения РПРУ. Например, для радиовещательных РПРУ задается стандартная испытательная выходная мощность на динамическом громкоговорителе (50 мВт для РПРУ с выходной мощностью более 150 мВт) при подаче на вход нормально-модулированного сигнала ($m = 0,3$) при частоте модуляции 400 или 1000 Гц.

1.3. Избирательность РПРУ

Избирательность характеризует селективные свойства РПРУ. Селекция может осуществляться по ряду признаков полезного сигнала: несущей частоте, характерным параметрам модуляции, амплитуде несущей частоты и др. Частотная селективность РПРУ является основным видом избирательности. Ее оценивают отношением резонансного коэффициента передачи РПРУ (коэффициента передачи на частоте настройки РПРУ) к коэффициенту передачи на требуемой частоте (частоте помехи). Для определения частотной избирательности используются относительные

и многосигнальные методы. Односигнальная, или линейная, избирательность предполагает наличие входных сигналов, уровень которых недостаточен для того, чтобы вызвать нелинейные эффекты и одновременное действие полезного и мешающего сигналов. Для характеристики односигнальной избирательности вводится ряд параметров. Так, для радиовещательных РПРУ основными параметрами по ГОСТ 5651-76 "Приемники радиовещательные. Общие технические условия" являются:

избирательность по соседнему каналу (частота соседнего канала отличается от частоты настройки приемника для диапазона АМ на ± 9 кГц);

избирательность по зеркальному каналу, измеряемая на частотах настройки: ДВ - 250 кГц; СВ - 1 МГц; КВ - 12 МГц;

избирательность по промежуточной частоте, измеряемая на частотах настройки: ДВ - 370 кГц; СВ - 560 кГц;

Перечисленные параметры определяются отношением входного напряжения РПРУ с частотой соответствующего канала приема к входному напряжению с частотой настройки РПРУ при поддержании на его выходе стандартной выходной мощности.

Многосигнальная избирательность отражает частотно-селективные свойства РПРУ в реальных условиях приема, когда несколько помех действует одновременно и их уровни достаточны для возникновения нелинейных явлений в активных каскадах. Многосигнальная избирательность может быть оценена следующими параметрами: двухсигнальной избирательностью по соседнему каналу, коэффициентами перекрестной модуляции, интермодуляции, блокирования. Нормы на многосигнальную избирательность задаются для связанных РПРУ, для радиовещательных РПРУ они приведены в стандарте в качестве рекомендуемых параметров.

Пространственная избирательность РПРУ достигается применением направленных антенн. Эти антенны обеспечивают прием сигналов с одного направления, в котором расположен источник полезного сигнала, и ослабление помех с других направлений от посторонних источников.

В радиолокационных РПРУ используются также амплитудная избирательность, избирательность по форме сигнала (длительности), временная избирательность.

1.4. Структурная схема супергетеродинного РПРУ

При построении РПРУ, обладающих высокой чувствительностью и избирательностью, наиболее часто используется супергетеродинная схема. Линейная часть супергетеродина включает преобразователь частоты (ПЧ), осуществляющий линейный перенос спектра принимаемого сигнала с несущей частоты сигнала на постоянную частоту, называемую промежуточной. Значение промежуточной частоты выбирается чаще всего ниже частоты принимаемого сигнала. Основное усиление и избирательность в высокочастотном тракте супергетеродина осуществляется в каскадах усилителя промежуточной частоты (УПЧ) на постоянной частоте, не зависящей от настройки приемника. Благодаря этому нагрузкой ПЧ и УПЧ могут служить сложные избирательные системы, обладающие хорошей избирательностью. Относительно низкая промежуточная частота облегчает получение высокого коэффициента усиления приемника.

Основным недостатком супергетеродинной схемы является наличие дополнительных каналов приема, например канала прямого прохождения и зеркального канала. Канал прямого прохождения образуется при попадании на вход РПРУ колебаний с промежуточной частотой; такие колебания будут усиливаться в УПЧ наравне с полезным сигналом. Зеркальный канал образуется при попадании на вход РПРУ помех (мешающих станций), отличающихся от сигнала на величину удвоенного значения промежуточной частоты. Избирательность по дополнительным каналам приема может быть получена только до ПЧ — во входных цепях и усилителе радиочастоты.

Необходимо различать функции избирательных систем, установленных в РПРУ до ПЧ и после него:

избирательные цепи до ПЧ (преселектор), настроенные на частоту принимаемого сигнала, имеющие в большинстве случаев широкую полосу, осуществляют предварительную селекцию сигнала и определяют избирательность РПРУ по дополнительным каналам приема;

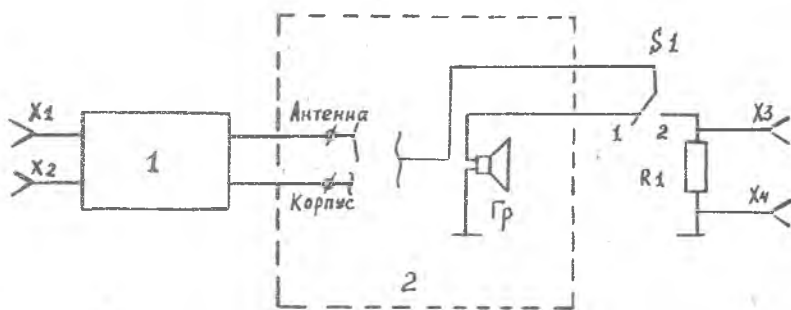
избирательные цепи после ПЧ выделяют из полосы частот, пропущенной преселектором, полосу частот спектра полезного сигнала, т.е. определяют избирательность РПРУ по соседнему каналу.

В супергетеродинах, предназначенных для работы в диапазоне частот, перестройка контуров преселектора сопровождается пере-

стройкой колебательной системы гетеродина. Эта совместная перестройка необходима для того, чтобы разность частоты настройки пре-селектора и частоты колебаний гетеродина, равная промежуточной частоте, оставалась постоянной.

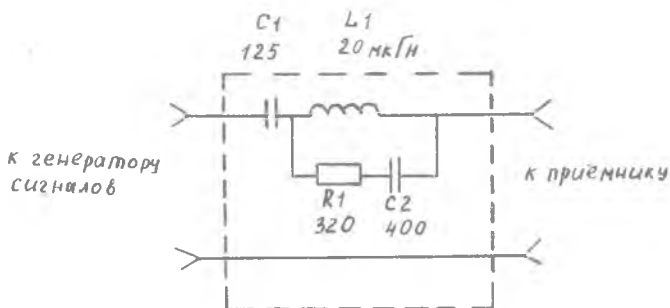
2. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Исследование основных характеристик приемника осуществляется на радиовещательном приемнике II класса "Океан-209". Схема лабораторного стенда показана на рис. 1. Схема содержит эквивалент антенны I (рис. 2), приемник "Океан-209", переключатель $S1$, коммутирующий выход УНЧ приемника с динамического громкоговорителя (положение 1) на его эквивалент - резистор $R1$ (положение 2).



Р и с. 1. Схема лабораторного стенда: 1 - эквивалент антенны; 2 - радиовещательный приемник "Океан-209"

К клеммам $X1$, $X2$ подключается генератор сигналов, к клеммам $X3$, $X4$ - милливольтметр переменного тока и осциллограф. Клеммы $X1$, $X4$, переключатель $S1$ и эквивалент антенны конструктивно расположены на задней стенке приемника.



Р и с. 2. Эквивалент антенны

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Измерить чувствительность приемника.

1.1. Настроить приемник на минимальную частоту диапазона, установить регулятор громкости в положение максимального усиления.

1.2. Установить на генераторе сигналов параметры модуляции для нормально модулированного сигнала; амплитуду выходного сигнала в пределах 100-1000 мкВ. Плавно изменяя частоту генератора сигналов в районе частоты настройки приемника, определенной по его шкале, добиться приема сигнала генератора на слух (переключатель S_1 - в положении 1), затем установить S_1 в положение 2.

1.3. Регулируя величину выходного напряжения генератора, установить на выходе приемника напряжение выходного сигнала, соответствующее величине стандартной испытательной мощности (напряжение выходного сигнала рассчитывается по известной величине сопротивления громкоговорителя - 8 Ом).

1.4. Определить значение чувствительности по лимбу выходного аттенватора генератора сигналов.

1.5. Повторить измерения чувствительности в нескольких точках диапазона частот приемника.

2. Измерить избирательность приемника по соседнему каналу.

2.1. Установить на выходе генератора сигналов выходное напряжение, соответствующее чувствительности приемника.

2.2. Произвести точную настройку приемника на сигнал генератора (по максимуму выходного напряжения).

2.3. Отстроить генератор сигналов на 9 кГц относительно значения точной настройки.

2.4. Увеличивая выходной сигнал генератора, получить на выходе приемника напряжение, соответствующее величине стандартной испытательной мощности.

2.5. Определить избирательность по соседнему каналу как отношение выходного напряжения генератора сигналов при расстройке к выходному напряжению, соответствующему точной настройке.

2.6. Повторить измерения в различных точках диапазона частот приемника.

3. Измерить избирательность приемника по дополнительным каналам приема. Измерения проводятся по методике п. 2 с отстройкой генератора сигнала на частоту дополнительного канала приема.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель работы.
2. Структурная схема исследуемого РПрУ.
3. Схема лабораторного стенда.
4. Перечень используемых приборов с указанием их основных данных.
5. Таблицы с результатами измерений.
6. Расчетные формулы.
7. Выводы с полученных результатах и их сопоставлении с теорией.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Дайте определение основных электрических характеристик РПрУ.
2. Изобразите обобщенную структурную схему РПрУ и объясните функциональное назначение элементов.
3. Дайте определение коэффициента шума РПрУ.
4. Получите выражения для чувствительности РПрУ СВЧ-диапазона. Какими мерами достигается повышение чувствительности?
5. Получите выражение, связывающее коэффициент шума РПрУ с

коэффициентами шума отдельных блоков; какие требования предъявляются к отдельным блокам в плане повышения чувствительности РПрУ?

6. Чем ограничивается чувствительность РПрУ СВЧ-диапазона?

7. Основные источники собственных шумов; тепловой шум, мощность теплового шума цепи при согласовании с нагрузкой.

8. Как определяется эффективная шумовая полоса колебательного контура, РПрУ в целом?

9. Чем ограничивается чувствительность РПрУ ДВ-, СВ-, КВ-диапазонов?

10. Дайте определение чувствительности РПрУ.

11. Дайте определение избирательности РПрУ.

12. Как измеряется чувствительность РПрУ?

13. Как измеряется избирательность РПрУ по соседнему каналу?

14. Изобразите структурную схему супергетеродинного РПрУ и объясните назначение элементов.

15. Как возникают дополнительные каналы приема в супергетеродинном РПрУ?

16. Объясните преимущества и недостатки супергетеродинного РПрУ перед РПрУ прямого усиления.

Л и т е р а т у р а

1. Радиоприемные устройства / Под ред. Б.И.Сифорова. М.: Советское радио, 1974, с. 5-31.
2. Ч и с т я к о в Н.И., С и д о р о в В.М. Радиоприемные устройства. М.: Связь, 1974, с. 5-28.
3. Радиоприемные устройства / Под ред. Н.В.Боброва. М.: Советское радио, 1974 с. 4-36.

Составитель Лев Иванович Калакутский

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
РАДИОПРИЕМНИКА

Лабораторная работа I

Редактор Л. С о к о л о в а
Техн.редактор Н. К а л е н ю к
Корректор Е. Ф и л и п п о в а

Подписано к печати 30.12.82 г. Формат 60x84^I/16.

Бумага оберточная белая. Оперативная печать.

Усл.п.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 300 экз.

Заказ № 1098 Бесплатно.

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

Областная типография имени В.П.Мяги,
г. Куйбышев, ул. Венцека, 60.