# **Введение**

Угловая модуляция (общий термин объединяющий ЧМ и ФМ) обладает несколькими важными достоинствами. Так мощность передатчика не изменяется при модуляции она постоянна и равна пиковой, тогда как при АМ например мощность несущей должна быть в четыре раза меньше пиковой. Усилитель мощности передатчика с угловой модуляцией работает при постоянной амплитуде сигнала поэтому к его линейности не предъявляется никаких требований. Он может работать в режиме класса С т.е. с максимальным кпд. Отсутствие серьезных требований к линейности особенно важно для транзисторных устройств. Передатчик не требует для модуляции большой мощности звукового сигнала по схеме и конструкции он получается заметно проще АМ а тем более SSB передатчика.

Постоянство мощности ЧМ и ФМ сигналов – существенное преимущество в связи с развитием сети ретрансляторов. Ведь ультракороткие волны слабо огибают земную поверхность поэтому дальность действия УКВ передатчиков в обычных условиях не намного превосходит дальность прямой видимости. Дальность значительно увеличивается при наличии ретранслятора, а тем более – цепочки ретрансляторов установленных на возвышенных местах. Из-за нелинейности усилительных каскадов ретранслятора слабые сигналы подавляются в нем сильными. Если к тому же сильный сигнал модулирован по амплитуде то в ретрансляторе возникнет перекрестная модуляция и слабый сигнал так же окажется промодулирован связь нарушится. При использовании угловой модуляции перекрестная модуляция не возникает. Наличие сильного сигнала приводит лишь к уменьшению коэффициента усиления ретранслятора (забитие) но не нарушает возможности проведения связи. По этой же причине передатчики с угловой модуляцией практически не создают помех телевизионному и радиоприему и значительно меньше мешают близко расположенным радиостанциям по сравнению с АМ и SSB передатчиками.

# **1. Расчет структурной схемы**

## 1.1 Расчет полосы пропускания приемника

Полоса пропускания приемника

,



где – ширина спектра сигнала,



– нестабильность сигнала.



Диапазон модулирующих частот , средняя девиация частоты сигнала , тогда индекс модуляции



Нестабильность сигнала на приемной стороне определяется нестабильностью источника на передающей стороне, шагом сетки частот и нестабильностью частоты гетеродина.

,



Тогда ширина полосы пропускания приемника



Коэффициент расширения .



Применение системы АПЧ нецелесообразно.

Коэффициент перекрытия диапазона



Коэффициент достаточно мал, поэтому разбивку на поддиапазоны производить не будем. Перестройка приемника будет производиться при помощи конденсатора переменной емкости.

**12 Выбор первых каскадов приемника**

Вычислим допустимый коэффициент шума

 где



– минимально допустимое отношение эффективных напряжений с/ш на входе приемника (для ЧМ равно 2)



– внутреннее сопротивление приемной антенны (75 Ом)



Если не учитывать внешние шумы то получим



**13 Выбор средств обеспечения избирательности**

Промежуточная частота для УКВ ЧМ определена ГОСТом поэтому сразу выберем структурную схему преселектора с учетом требований ТЗ по методике изложенной в [1]

Выбираем схему преселектора:

ПЧ

ВЦ

К

Э

Рис 1 Структурная схема преселектора

В качестве преселектора будем использовать одноконтурные входную цепь

– эквивалентное затухание контура



Обобщенная расстройка зеркального канала:



дБ



По графику [1] находим ослабление зеркального канала которое может обеспечить преселектор. Получаем что выбранная схема может обеспечить ослабление зеркального канала на 30 дБ т.о. условие технического задания выполняется.

* 1. **Распределение усиление по каналам**

При ЧМ амплитуда сигнала не несет никакой информации т.к. принимаемый сигнал необходимо пропустить через ограничитель что бы избавиться от паразитной амплитудной модуляции. Поэтому обычно в радиоприемниках ЧМ-сигналов АРУ не применяются.

В качестве УПЧ и детектора выберем специализированную микросхему К174УР3. Она представляет собой усилитель-ограничитель частотный детектор предварительный УНЧ с электронной настройкой усиления.

Требуемый уровень сигнала на входе ИМС



Усиление линейного тракта



Коэффициент усиления преселектора



Значит смеситель нам должен обеспечить усиление



1

2

3

4 | 5 | 6

К УНЧ

Рис. 3. Структурная схема радиоприемника

1. Входная цепь.
2. Смеситель.
3. Гетеродин.
4. Усилитель-ограничитель.
5. Частотный детектор.
6. Предварительный УНЧ.

# **2. Расчет принципиальной схемы приемника**

# **2.1 Расчет Y-параметров транзистора**

Выбираем в качестве смесителя схему с общим эмиттером (ОЭ) на транзисторе КТ368.

Параметры этого транзистора:



Рассчитаем параметры:



Теперь получив достаточно малый коэффициент шума можно рассчитывать что при влиянии атмосферных помех радиосвязь не будет нарушаться 

Активная составляющая входной проводимости будет равна



Реактивная составляющая входной проводимости



Активная составляющая выходной проводимости



Выходная емкость



На средней частоте диапазона равной 69.9 МГц они составят



Ф



# **2.2 Расчет входной цепи**

Lк

Ск

Ант.

Ск

Ант.

См.

Рис. 5. Схема входной цепи автотрансформаторной связью

Связь с антенной и смесителем внутриемкостная. Она обеспечивает примерное постоянство коэффициента передачи по диапазону.



Коэффициент перекрытия по частоте меньше 1.2 поэтому расчет будем вести на среднюю частоту диапазона 69.9 МГц.

1. Из таблицы 4.4 [1] выбираем полную емкость схемы:



1. Из таблицы 4.5 [1] выбираем собственное затухание контура



1. Вычислим коэффициент включения фидера и входа смесителя для согласования при заданном



1. Рассчитаем емкость контура.



1. Находим индуктивность контура.



1. Определяем индуктивность катушки связи.



1. Вычислим коэффициент связи.



1. Рассчитываем коэффициент передачи напряжения.



##### **2.3 Расчет смесителя**

RФ

Ск

R2

UУПЧ

СФ

Uп

L

Ср

Ср

Сэ

Rэ

R1

Uг

Рис. 4. Схема смесителя

Выбираем смеситель по схеме с ОЭ на транзисторе КТ 368. Выбранный транзистор удовлетворяет условию .



усилитель передатчик транзистор приемник

МГц



Крутизна преобразования транзисторного смесителя



Внутреннее сопротивление транзисторного преобразователя



Рассчитаем элементы цепей питания транзистора.



Изменения обратного тока коллектора.



Тепловое смещение напряжения базы.



Необходимая нестабильность коллекторного тока.



Сопротивление резисторов.



Делитель



Емкость конденсаторов.



Выбираем индуктивность контура.



Выбираем коэффициент контура к транзистору:



Выбираем собственное затухания контура:



Коэффициент включения УПЧ к контуру.



Резонансный коэффициент усиления.



Устойчивый коэффициент усиления.



Емкость конденсатора выходного контура.



Эквивалентное затухание каскада.



– условие выполняется, оставляем транзистор



# **2.4 Упч на ИМС 174УР3**

Так как нам надо получить очень большое усиление в УПЧ целесообразней всего использовать микросхему, это уменьшит габариты приемника и даст нам необходимое усиление. Из соображений питания выбираем микросхему К174УР3 т. к. напряжение питания ее 5÷9 В.

Схема совпадений (внутри ИМС) с подключеннием извне контуром L2C6 образует частотный детектор. Частотный детектор работает по принципу фазового детектирования. С выхода усилителя ограничителя на один вход схем совпадений, сигнал поступает непосредственно, а на другой через линию задержку. Напряжение на выходе появляется только в моменты, когда на обоих входах присутствует напряжение одного знака. Роль линии задержки выполняет контур L2C6 с добротностью около 25. При настройке в резонанс он создает сдвиг фаз сигнала ПЧ, равный 90°. При изменении частоты сдвиг фаз также изменяется в ту или иную сторону, чтоменяет время совпадений импульсов и, соответственно напряжение на выходе частотного детектора.

**Заключение**

В ходе выполнения курсового проекта была разработана линейная часть УКВ тюнера IV-класса.

Достоинством схемы является достаточно малое число элементов что произошло благодаря использованию интегральных микросхем.

**Список источников**

1. Проектирование радиоприемных устройств: Учебное пособие для вузов. Под. ред. А.П. Сиверса. М.: Сов. Радио 1976.
2. Радиоприемные устройства. Под. ред. Л.Г. Барулина. – М.: Радио, 1984.
3. Расчет электронных схем на транзисторах/ Бочаров Л.Н. и др.–М.: Энергия, 1978.
4. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник. Под. ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1989.
5. Полупроводниковые приборы: Справочник. В.И. Галкин, А.Л. Булычев. Минск «Беларусь», 1995.