**1.1 Введение**

 Изобретение радиосвязи великим русским ученым А.С. Поповым в 1895 г. – одно из величайших открытий науки и техники.

 В 1864 г. английский физик Максвелл теоретически доказал существование электромагнитных волн, предсказанное еще Фарадеем, а в 1888 г. немецкий ученый Герц экспериментально доказал существование этих волн. Опыт Герца состоял в том, что с помощью катушки Румкорфа в пространстве создавались слабые электромагнитные волны, воспринимаемые тут же расположенным «резонатором». Слабая искра в резонаторе свидетельствовала о приеме высокочастотных электромагнитных колебаний. Казалось, что принцип связи без проводов уже найден, стоит лишь увеличить мощность передающего устройства. Именно по этому пути и шли ученые, которые хотели использовать волны Герца для связи без проводов. Однако это не привело к существенным результатам.

 Другим путем пошел А. С. Попов, обратив основное внимание на отыскание возможностей приема очень слабых сигналов, т.е. на повышение чувствительности приемника.

 7 мая 1895 г. А.С. Попов на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества в Петербурге демонстрировал прибор, принимающий электромагнитные колебания. Этот прибор был первым в мире радиоприемным устройством; к нему было добавлено регистрирующее устройство и создан грозоотметчик.

 Радиоприемное устройство Попова отличалось от приемных устройств предшествующих исследователей (Герца, Лоджа) двумя особенностями: наличием антенны и использованием усиления принятого сигнала.

 В дальнейшем Попов значительно повысил чувствительность своего приемника, введя в схему своего радиоприемника колебательный контур, настраиваемый в резонанс с частотой электромагнитных колебаний.

 В 1904 г. английский ученый Флеминг изобрел двухэлектродную лампу (диод), а в 1906 г. Ли де Форест ввел в нее третий электрод – управляющую сетку. Электронная лампа вызвала большие изменения в технике радиосвязи. Дальнейшее развитие техники радиоприема было связано с усовершенствованием электронных ламп. С 1918 г. стали применять так называемую регенеративную схему, которая позволила значительно повысить чувствительность и избирательность радиоприемников.

 В 1918 г. Армстронг получил патент на схему супергетеродинного приемника. В начале 30-х годов были созданы многосеточные лампы, в связи, с чем супергетеродинные схемы становятся основными для большинства выпускаемых радиоприемников. В 60-е годы началось освоение инфракрасного и оптического диапазонов волн. Развитие радиолокационной техники привело к разработке новых методов усиления слабых электрических колебаний. Были созданы малошумящие усилители СВЧ с использованием ламп бегущей волны, молекулярные и параметрические усилители, усилители на туннельных диодах. Развитие полупроводниковой электроники привело к новому направлению в разработке методов и устройств приема и обработки информации – микроэлектронике. Успехи в развитии современной микроэлектроники позволяют значительно улучшить основные параметры радиоприемников. Замена целых функциональных узлов и блоков радиоприемника интегральными микросхемами, замена конденсаторов переменной емкости или варикапными матрицами позволяют использовать новые методы конструирования радиоприемников, как-то: синтез частот, бесшумная настройка, автоматическая регулировка полосы пропускания при изменении уровня входных сигналов, программное управление приемником и т.д.

 Современная технология производства радиоэлектронной аппаратуры, принципиально новые схемные решения, реализация которых стала возможной на ее основе, так как количество элементов и сложность схем при использовании интегральных микросхем перестали быть ограничивающими факторами, позволили резко повысить качественные показатели всех видов радиоприемных устройств.

 Современные радиоприемные устройства обеспечивают надежную связь с космическими станциями, работают в системах спутниковой связи, в многотысячекилометровых радиорелейных линиях. Судовождение, авиация немыслимы сегодня без совершенных радиолокационных станций.

 Современная научно-техническая революция находит свое яркое выражение в бурном развитии радиотехники, в частности техники радиоприемных устройств.

**1.2 Эскизный расчет приемника**

Вариант№20

*Параметры приемника:*

1. Диапазон принимаемых частот fнчfв, кГц ………….........................ДВ, СВ.
2. Чувствительность на магнитную антенну Еа, мВ/м …………..………… 3
3. Селективность по соседнему каналу δск, дБ……………………………….40
4. Селективность по зеркальному каналу δзк, дБ ……………………………30
5. Выходная мощность Pвых, Вт .……………………………………………0,15
6. Спектр воспроизводимых частот FнчFв, Гц………………………..300ч3500
7. Неравномерность частотной характеристики М, дБ ……………………..12
8. Коэффициент нелинейных искажений Кг, %.………………………………8
9. Действие АРУ на входе ………………………………………………….25дБ

 на выходе………………………………………………….6дБ

1. Вид питания – батарея 6В
2. Рассчитать принципиальную схему каскадов АД и УННЧ
3. Рассчитать частотную характеристику УНЧ

**1.2.1 Определение и выбор типа радиоприемного устройства**

 Для выбора типа радиоприемного устройства воспользуемся ГОСТ 5651-89. Аппараты по электрическим и электроакустическим параметрам подразделяют на три группы сложности: высшую (0); первую (1) и вторую (2). Брем таблицу с трактом АМ – это тракт приема программ радиовещательных станций в диапазонах ДВ, СВ и КВ, а диапазон нашего приемника ДВ, СВ. Но мы не берем высшую группу сложности, так как наш радиоприемник не совпадает с ней ни по одному параметру.

Тракт АМ

Табл. №1

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Норма для аппаратов группы сложности |
| 1 | 2 |
| 1. Чувствительность, ограниченная шумами, при отношении сигнал/шум не менее 20дБ:

по напряжению со входа для внешней антенны, мкВ не хуже в диапазонах:ДВСВпо напряженности поля, мВ/м, не хуже, в диапазонах:ДВСВ1. Диапазон воспроизводимых частот звукового давления всего тракта при неравномерности частотной характеристики звукового давления 14 дБ в диапазоне СВ и 18 дБ в диапазоне ДВ, Гц, не уже для стационарных аппаратов . для переносных аппаратов
2. Общие гармонические искажения всего тракта по электрическому напряжению на частоте модуляции 1000 Гц, при М=0,8; Рвых = Рвых ном (Uвых = Uвых ном), %, не более
3. Отношение сигнал/фон с антенного входа для аппаратов с питанием от сети переменного тока, дБ, не менее
 | 1001001,5! 0,750-6300 125-5600446 | По ТУ !По ТУ! По ТУПо ТУ !125-3550315-3150!5 40 |

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Норма для аппаратов группы сложности |
| 1 | 2 |
| 5. Действие автоматической регулировки усиления:изменение уровня сигнала на входе, дБизменение уровня сигнала на выходе, дБ, не более6. Односигнальная избирательность по соседнему каналу при расстройке ±9 кГц, дБ, не менее 7. Односигнальная избирательность по зеркальному каналу, дБ, не менее, в диапазонах:ДВ (на частотах 200 кГц)СВ (на частотах 1000 кГц, по ТУ) | 46104050(40)\*\*36 | 30! 10!По ТУ! 40(26)\*\*34(20)\*\* |

\* Для аппаратов объемов менее 0,001 м3 диапазон устанавливают в ТУ.

\*\* Для аппаратов объемом менее 0,001 м3.

При сравнении параметров приведенных в таблице с параметрами нашего приемника, во втором классе приемника (2) было найдено 7 совпадений (отмеченных знаком !), тогда как в первом классе (1) – лишь 1 совпадения (отмеченных знаком !). В первом случае совпали чувствительность магнитной антенны, действие автоматической регулировки усиления, односигнальная избирательность по соседнему каналу и диапазон воспроизводимых частот. Во втором случае совпала лишь чувствительность магнитной антенны.

 На этом основании я выбираю 2 класс сложности радиоприемного устройства.

**1.2.2 Выбор поддиапазонов и их границ**

Если при неизменной индуктивности контура не может быть обеспечено перекрытие всего диапазона приемника переменным конденсатором, а также для удобства и большей точности установки частоты и настройки приемника на станции диапазона коротких и ультракоротких волн, диапазон приемника делится на отдельные поддиапазоны. Предварительный выбор числа усилительных каскадов и избирательных контуров приемника необходимо производить на каждом поддиапазоне отдельно. Поэтому предварительный расчет приемника необходимо начинать с выбора числа необходимых поддиапазонов и определения их границ.

В радиовещательных приемниках разбивка на поддиапазоны производится согласно ГОСТ 5651-89. В соответствии с этим дополнительно на поддиапазоны разбивается только КВ. диапазон, а остальные проверяются на обеспечение выбранным блоком переменных конденсаторов заданного перекрытия частот. Диапазон КВ. радиовещательного приемника обычно делится на 2-3 поддиапазона или выделяется несколько растянутых поддиапазонов.

Так как в технических требованиях на приемник границы поддиапазонов и их количество не заданы, мы рассчитываем коэффициент перекрытия всего диапазона. Выбираем двух секционный блок конденсаторов переменной ёмкости Тесла Cmin=5пф и Cmax=385пф, габаритные размеры блока 25\*25\*25мм. Определяем коэфицент диапазона Кд, задавшись ёмкостью схемы Ссх=30пф, по формуле:

 Кд = (Сk max+Ссх)/(Сk min+Cсх) = (385+30)/(5+30) = 3,44

По формуле: Кд.с.= f′c max/f′c min определяем требуемый коэфицент диапазона по частоте Кд. с, предварительно рассчитав f′c max и f′c min по формулам:

f′c max = 1.02\*fc max,

f′c min = fc min/1.02,

Так как мне не заданы частоты диапазонов ДВ и СВ то по ГОСТ 5651-64 я принимаю для ДВ: 150ч408кГц ; для СВ: 525ч1605кГц

**Для (ДВ):** f′c max= 1.02\*408 =416,16кГц f′c min=150/1.02 = 147,05кГц ,

Кд.с=416,16/147,05=2,8

**Для (СВ):** f′c max= 1.02\*1605=1637.1кГц f′c min= 525/1.02 =514.7кГц

Кд.с=1637,1/514,7=3,180

 Проверяем выполнение условия чтобы Кд≥Кд.с:

Для (ДВ): 3,44>2,8 для (СВ): 3.44>3.180,

Так как условие выполняется то в приёмнике применяется один диапазон для (ДВ), и один диапазон для (СВ).

**1.2.3 Проверка перекрытия поддиапазонов**

После выбора блока переменных конденсаторов необходимо проверить, сможет ли он обеспечить перекрытие всех поддиапазонов приемника.

Порядок расчета:

1. Определяется эквивалентная емкость схемы С’сх, при которой выбранный ранее блок переменных конденсаторов обеспечит перекрытие данного поддиапазона k’пд.

Для (ДВ) и для (СВ):

С’сх = (Сmax – Кд2Сmin) / (Кд2 – 1) = (385 – 3,442∙5) / (3,442 – 1) = 325,83/10,83=30,08пф

2. Так как на всех поддиапазонах С’сх > 0, то необходимо вычислить действительную емкость схемы:

Ссх = См + СL + Свн = 15 + 15 = 30 пФ

где См – емкость монтажа (см. табл. №3)

 СL – собственная емкость катушки контура (см. табл. №3)

 Свн – емкость, вносимая в контур электронным прибором на рабочей частоте. Емкость, вносимую в контур электронным прибором на рабочей частоте, мы не вычисляем и принимаем равной 0.

Табл. №3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диапазон | Емкость монтажа См, пФ | Емкость катушки СL, пФ |
| Длинные волны (ДВ)Средние волны (СВ)Короткие волны (КВ)Ультракороткие волны (УКВ) | 5 ч 205 ч 158 ч 105 ч 6  | 15 ч 205 ч 154 ч 101 ч 4 |

3. Так как Ссх’ ≈ Ссх (на всех поддиапазонах), то дополнительную емкость можно не определять. И, следовательно, блок конденсаторов выбран, верно.

4. Эквивалентная емкость входной цепи:

Для (ДВ) и для (СВ.):

Сэ = (Ckmin + Ссх’) ч (Ckmax + Ссх’) = (5 + 30,08) ч(385 + 30,08)= 35,08ч415,08 пФ

* + 1. **Выбор промежуточной частоты**

Величина промежуточной частоты выбирается из следующих соображений:

1. Промежуточная частота (fпр) не должна находиться в диапазоне частот приемника или близко от границ этого диапазона;
2. Промежуточная частота не должна совпадать с частотой какого-либо мощного передатчика.
3. Для получения хорошей фильтрации промежуточной частоты на выходе детектора должно быть выполнено следующее условие:

fпр ≥ 10Fв ,

где Fв – верхняя частота модуляции.

4. С увеличением промежуточной частоты:

- увеличивается избирательность по зеркальному каналу;

- уменьшается избирательность по соседнему каналу;

- расширяется полоса пропускания;

- уменьшаются входное и выходное сопротивления электронных приборов, что приводит к увеличению шунтирования контуров, а так же понижается крутизна характеристики транзисторов;

- ухудшается устойчивость УПЧ;

- уменьшается коэффициент усиления на каскад за счет уменьшения резонансного сопротивления контура и ухудшения параметров электронных приборов;

- уменьшается вредное влияние шумов гетеродина на чувствительность приемника;

- облегчается разделение трактов промежуточной и низкой частоты, что позволяет упростить фильтр на выходе детектора;

- увеличивается надежность работы устройства автоматической подстройки частоты;

- уменьшаются размеры контуров и блокировочных конденсаторов.

5. С уменьшением промежуточной частоты:

- увеличивается избирательность по соседнему каналу;

- уменьшается избирательность по зеркальному каналу;

- сужается полоса пропускания;

- увеличиваются входное и выходное сопротивления электронных приборов, что приводит к уменьшению шунтирования контуров, а так же увеличивается крутизна характеристики транзисторов;

- улучшается устойчивость УПЧ;

- увеличивается коэффициент усиления на каскад;

- понижается коэффициент шума.

Табл. №4

|  |  |
| --- | --- |
| Тип приемного устройства | Промежуточная частота |
| Радиовещательный АМ и ЧМ | 465±2 кГц; 6,5±0,1 МГц |

В соответствии с таблицей №4, я выбираю промежуточную частоту равную 465±2кГц.

**1.2.5 Определение ширины полосы пропускания**

Ширина полосы пропускания высокочастотного тракта супергетеродинного приемника определяется необходимой шириной полосы частот излучения передатчика корреспондента, а также нестабильностью частоты передатчика корреспондента и гетеродина приемника.

Необходимая ширина полосы частот излучения передатчика 2∆fп зависит от вида передачи и модуляции, и определяется следующим образом:

1. При двух полосной амплитудной модуляции (АЗ)

2∆fп = 2Fв = 2∙3500Гц = 7000Гц=7кГц

где Fв – верхняя (максимальная) частота модуляции.

2. При однополосной амплитудной модуляции:

с подавлением одной боковой полосы (АЗН и АЗА)

2∆fп = Fв = 3500Гц=3,5кГц

с подавлением одной боковой полосы и несущего колебания (АЗJ)

2∆fп = Fв - Fн = 3500 –300 = 3200Гц=3,2кГц

где Fн – нижняя (минимальная) частота модуляции.

**1.2.6 Распределение заданной неравномерности усиления в полосе пропускания.**

Для обеспечения необходимого минимума частотных искажений в области верхних звуковых частот каждому радио приёмному устройству в технических условиях задаётся наименьшее ослабление на краях полосы пропускания. Для радио вещательных приёмников это ослабление задано в ГОСТ 5651-65.

При проектировании заданная величина ослабления распределяется по отдельным трактам приёмника. Практикой установлено, что наиболее приемлемым является распределение ослабления на краях полосы пропускания приёмника по отдельным трактам, приведенное в таблице№5:

|  |
| --- |
| Ослабление на краях полосы пропускания не более, дб |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип приёмника | Частота, кГц | Всего тракта | Тракта РЧ | Тракта ПЧ1 | Тракта ПЧ2 | УННЧ | УНЧ |
| Радио вещательные приёмники: С АМ С АМ С ЧМТранзисторный АМ с магнитной антенной | <250>250>250>250 | 18141414 | 4ч81ч303ч6 | 6ч86ч864ч8 | -------------------- | 1ч21ч22ч31.5ч2 | 1ч2.51ч2.53ч41.5ч2 |

В приёмниках с магнитной антенной, где для увеличения эффективной действующей высоты магнитной антенны и избирательности по зеркальному каналу эквивалентное качество контуров входной цепи может быть сделано достаточно высоким (порядка 100ч200), увеличивают ослабление тракта радиочастоты до 3ч6дб, соответственно уменьшая ослабление в тракте УПЧ и УНЧ.

**1.2.7 Определение эквивалентной добротности и число контуров тракта радиочастоты.**

В зависимости от заданной величины ослабления зеркального канала определяется необходимая минимальная добротность контура преселектора. Зададимся только входным контуром без УРЧ и определим минимальную эквивалентную добротность контура Qэк.зк, обеспечивающую заданное ослабление зеркального канала: nc=1

 nc

Qэк.зк = Se.зк / {(fІзк/fІc max)-1}, где Seзк- заданное ослабление зеркального канала в относительных единицах; fэк =fc max+2\*fпр. Далее выбирают конструктивную добротность контуров преселектора Qкон, ориентировочное значение которой приведено в таблице №6:

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон волн. | Конструктивная добротность контура с ферритовым сердечником. |
| Километровый (ДВ) | 90ч140 |
| Гектометровый (СВ.) | 100ч160 |
| Декаметровый (КВ.) | 140ч190 |

Потом проверяют выполнение условия: Qэк.зк≤(0,5ч0,7)Qкон. Далее рассчитывают полосу частот входного сигнала П и максимальную добротность контура входной цепи или входной цепи и УРЧ Qэк.п. при которой частотные искажения в заданной полосе не превышают допустимых, полученных при распределении их между каскадами:

П=2\*(Fm max + ∆fсопр + ∆fг), где ∆fсопр-допустимая неточность сопряжения настроек контуров, которую для километрового и гектометрового диапазона выбирают равной 3ч5кГц; ∆fг- возможное отклонение частоты гетеродина, равное (0,5ч1)\*0,001\*fcmax;

 Fcmin MІ-1

Qэк.п= ,

 П.

Где М- частотные искажения преселектора, при отсутствии в приёмнике УРЧ М=Мпрес/2, при наличии УРЧ М=Мпрес. Должно выполнятся условие:

Qэк.п.≥Qэк.зк

Fm max= Fc max-Fc min=3500-300=3200Гц=3,2кГц.

**Для ДВ:**

Qэк.зк = 31,6/{(1790244/166464)-1}=3.2

Выбираю конструктивную добротность Qкон=90

Проверяю выполнение условия Qэк.зк≤(0,5ч0,7)Qкон: 3.2≤45ч63, условие выполняется, принимаем рассчитанное Qэк.зк.=3,2

∆fсопр – для ДВ и для СВ выберают(3ч5)кГц, выберу ∆fсопр= 5кГц; ∆fг= 1\*0,001\*fс max= 1\*0.001\*408кГц= 0,408кГц

П.= 2\*(3,2+5+0,408)=17,216кГц

Qэк.п= (150кГц\* (3/2)І-1)/17,216кГц= 167,70/17,216=10,89

Проверяю выполнение условия Qэк.п≥Qэк.зк : 10,89≥3,2, условие выполняется, следовательно выбираем рассчитанное Qэк.п=10,89 и УРЧ применять не надо.

**Для СВ.:**

Qэк.зк= 31,6/{(2535/1605)І-1}≈22

Выбираю конструктивную добротность Qкон=140.

Проверяю выполнение условия: Qэк.зк≤(0,5ч0,7)Qкон: 22≤70ч98, условие выполняется, принимаем рассчитанное Qэк.зк=22.

∆fсопр=5кГц; ∆fг(0,5ч1)\*0,001\*1605кГц=0,8ч1,6кГц, выбираю ∆fг=1кГц.

П.=2\*(3,2+5+1)=18,4кГц.

Qэк.п= (525\* (3/2)І-1)/18,4=31,9.

Проверяю выполнение условия:

Qэк.п≥Qэк.зк; 31,9≥22, условие выполняется следовательно выбираю рассчитанное Qэк.п=31,9 и УРЧ применять не надо.

**1.2.9 Определение типов и числа контуров тракта промежуточной частоты.**

|  |  |
| --- | --- |
| Группа сложности приёмника | АМ тракт |
| Тип А3 | Селективная система |
| Преобра- зователь | УПЧ-1 | УПЧОконе- чное |
| высшая | ПТБПТ | ФСС-3,4ПКФ | КК | КР |
| ДКС | КК | ДПФФСС-3,4 | ДПФ: КК |
| ИС | ПКФ | РИС | РИС: К |
|   1  | ПТ; БПТ | ФСС-3,4К | КФСС-3,4 | КК |
| ДКС | К | ФСС-3,4 | К |
| ИС | ПКФ | РИС | РИС; К |
|  2 | БТП | ФСС-3,4К | КФСС-3,4 | КК |
| ДКС | К | ФСС-3,4 | К |
| ИС | ПКФПКФ | КРИС | РИСРИС |

Таблица№7:

Исходя из таблицы №7 для приёмника 2-го класса сложности я выбираю ПЧ на биполярном транзисторе, нагруженным либо на ФСС-3,4; либо на одиночный колебательный контур.

Схему ПЧ выбирают либо с совмещённым, либо с отдельным гетеродином, так как мой приёмник 2-го класса сложности то я выбираю схему

ПЧ с отдельным гетеродином нагрузкой которого является ФСИ, состоящий из LC контуров. Избирательность по соседнему каналу, которая обеспечивается входной цепью.

Se′=(N+1)\*20lg 1+(2\*∆f\*Qэк./fc max)І дБ, где N- число каскадов УРЧ, ∆f- стандартная расстройка, равная 9кГц для километрового, гектометрового и декаметрового диапазонов; fc max- максимальная частота сигнала; Qэк.-ранее выбранная добротность контуров входной цепи и УРЧ.

Значение Seфси рассчитывают по формуле:

Seфси =Se-(Se′+Seупчобщ),дБ. Таблица№8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| параметр | ПФ1П-1 | Пф1П-2 | ПФ1П-001 | ПФ1П-013 |
| Средняя частота полосы пропускания, кГц | 465±2,5 | 465±2,5 | 465±2,5 | 465±2,5 |
| Ширина полосы пропускания на уровне, дб, кГц | 6,5-10,0 | 8,5-12,5 | 7,0-10,5 | 9,5-13,5 |
| Неравномерность затухания в полосе пропускания, дб, не более | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Затухание в полосе пропускания, дб, не более | 12 | 12 | 4,5 | 4,5 |
| Избирательность по соседнему каналу (ослабление при расстройке ±9кГц), дб, не менее | 41 | 38 | 12 | 9 |
| Согласующие сопротивления, кОм со стороны:ВходаВыхода | 1,20,68 | 1,20,68 | 21 | 21 |

**Для (ДВ):**

Se′=(0+1)\*20lg 1+(2\*9\*9.74/408 )І = 20\*lg1,08=0,73дб

Seфси=30-(0,73+6)=23,27дб

**Для (СВ):**

Se′=(0+1)\*20lg 1+(2\*9\*31.9/1605)І = 0.52дб

Seфси=30-(0,52+6)=23,48дб

Пфси =П./а, где, а=0,8ч0,9 – коэффициент расширения полосы. Выбираю, а=0,85

Пфси =7кГц/0,85=8,2кГц

Для определения количества звеньев рассчитывают необходимую эквивалентную добротность контуров ФСИ:

Qэк.фси= 2\*1,41\*fпр/Пфси=2\*1,41\*465/8,2=160

Максимальная конструктивная добротность контуров ФСИ Qконфси=200. Должно выполнятся условие:

Qэк.фси≤(0,6ч0,8)\*Qконфси

160≤120ч160 – условие выполняется.

Относительная расстройка и обобщенное затухание:

αe=2\*∆f/Пфси = 2\*9/12,5=1,44

βe=2\*fпр/Qэкфси \*Пфси =2\*465/160\*12,5=0,465

подставляя эти значения в графики, получаем Se1=6дб

определяем необходимое число звеньев по формуле:

**Для ДВ:**

Nфси= Seфси/Se1=23,27/6=3,87≈4

**Для СВ:**

Nфси= Seфси/Se1=23,48/6=3,91≈4

Исходя из полученного коэффициента видно, что нагрузкой моего ПЧ будет являться 4-х звенный ФСИ состоящий из LC контуров.

**1.2.10 Выбор транзисторов приёмника для тракта радио частоты и промежуточной частоты.**

В целях унификации в тракте РЧ и ПЧ используются одни и теже транзисторы. Выбор транзисторов осуществляется исходя из следующих соображений:

1. Fmax≤0.1fгр
2. Uk≥Eи

**Выбираю транзистор ГТ309Б**

Fгр=80МГц и Eкmax=10В

Проверяю выполнение условий 1 и 2:

1. Fmax≤0,1fгр≤0,1\*80=8МГц
2. Uk=10В≥Eи=6В

Условие выполняется, следовательно, транзистор выбран правильно, выписываю основные параметры в **таблицу№9**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип транзистора | Ik,ma | Uk,B | S,ma/B | h21э | C12,пФ | g11э,сим | Rвх,кОм | h22э,мксим | h11э,Ом |
| ГТ309Б | 10 | 5 | 26 | 120 | 5 | 0,001 | 1,25 | 5 | 38 |
| Тип транзистора | τк,мксек | Ск, пФ | rб, Ом | gi,сим | g,сим |
| ГТ309Б | 0,0005 | 10 | 75 | 0,0000045 | 0,00021 |

Так как параметры транзистора рассчитаны определённой частоте, чаще всего 1000Гц, то необходимо пересчитать его параметры на f0=465кГц

**Вычисление высоко частотных параметров транзистора:**

1. определяем параметры транзисторов при токе Ik2=1ma:

A=Ik2/Ik1=1/10=0.1; S0’=A\*S0=0.1\*26=26ma/B;

g’=A\*g=0.1\*0,00021=0,000021сим;

g’i=A\*gi=0.1 \* 0,0000045=0,00000045сим;

τ’=А\*τ=0,1\*0,5=0,05нсек=0,00005мксек;

1. определяем вспомогательные коэффициенты:

Н=S0’\*rб/1000=2.6\*75/1000=0.195;

Ф=S0’\*rб\*Ck/τ’\*1000000000=2.6\*75\*10/0.0005\*1000000000=0,0039сим

Б=τ’/rб\*(1-g’\*rб)\*1000000=(0,00005/75)\*(1-0,000021\*75)\*1000000= =0,6656пФ

v=2\*π\*f0\*τ’=2\*3.14\*0,465\*0,00005≈0,00015

3.Определяем входное сопротивление транзистора:

gвх=g’+vІ/rб=0,000021+0,00015І/75≈0,000021сим

Rвх=1/gвх=1/0,000021=47619Ом≈48кОм

4. Определяем выходное сопротивление транзистора:

gвых=gi’+vІ\*Ф=0,00000045+0,00015І\*0,0039≈0,00000045сим

Rвых=1/gвых=1/0,00000045=2222222,22≈2,2Мом

 5.Определяем входную ёмкость:

Свх=Б=0,6656пФ

 6.Определяем выходную ёмкость:

Свых=Ск\*(1+Н)=10\*(1+0,195)=11,9 5пФ

 7.крутизна характеристики:

S=S0’=26ma/B

Для удобства выписываю ВЧ параметры транзистора на рабочей частоте f≤465кГц в **таблицу№10:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип транзистора | Ik,ma | τ,мксек | Ск,пФ | S,ma/B | Rвх,кОм | Rвых,МОм | Свх,пФ | Свых,пФ |
| ГТ309Б | 1 | 0,00005 | 10 | 26 | 48 | 2.2 | 0.6656 | 11.95 |

**1.2.11. Определение требуемого усиления до детектора:**

**Определение требуемого усиления до детектора:**

При приёме на магнитную антенну чувствительность задаётся напряжённостью электрического поля Е в точке приёма, обеспечивающей на выходе приёмника нормальную выходную мощность.

Амплитуда напряжения на выходе первого каскада приёмника.

Umвх=Е\*hд\*Qэ\*m2,мВ, где

Е - заданная напряжённость поля в точке приёма, мВ/м

hд. – действующая высота магнитной антенны, м; на ДВ и СВ можно принять hд=0,02ч0.04м

Qэ – эквивалентная добротность контура входной цепи;

m2 – коэффициент включения входа электронного прибора в контур входной цепи.

m2= (dэп-dкон)\*(Rвх/ρmax), где ρmax – характеристическое сопротивление контура;

ρmax=159/(fcmax[МГц]\*(Скмин+Ссх) [пФ]),

 Rвх – сорпотивление первого каскада приёмника, т.к. УРЧ отсутствует, то

Rвх=1/(0,8\*g11э)

dэп=1/Qэк

dкон=1/Qкон

Необходимый коэффициент усиления берут с запасом из – за разброса параметров, неточной настройки контуров и т.д.

Кн’=(1.4ч2)\*Кн

**Для ДВ:**

dэп=1/Qэк=1/10,89=0,091

dкон=1/Qкон=1/90=0,011

Rвх=1/(0,8\*g11э) = 1/(0,8\*0,001)=1250Ом=1,25кОм

ρmax=159/(fcmax[МГц]\*(Скмин+Ссх) [пФ])=159/0,408\*(11,9+30)=2,3 кОм

m2= (dэп-dкон)\*(Rвх/ρmax)= (0,091 -0,011)\*(1,25/2,3)=0,043

Umвх=Е\*hд\*Qэ\*m2=0,003\*0,03\*10,89\*0,043=47,6мкВ

Кн=Uвхd/1.41\*Uвх=0,6 /1,41\*0,0000476=8939раз

Определяем коэффициент усиления с запасом на 40%:

Кн’=1,4\*8939≈12520раз

**Для СВ:**

dэп=1/Qэк=1/31,9=0,031

dкон=1/Qкон=1/140=0,007

Rвх=1/(0,8\*g11э) = 1/(0,8\*0,001)=1250Ом=1,25кОм

ρmax=159/(fcmax[МГц]\*(Скмин+Ссх) [пФ])=159/1,605 \*(10+30)=2,47 кОм

m2= (dэп-dкон)\*(Rвх/ρmax)= (0,031-0,007)\*(1,25/2,47)=0,012

Umвх=Е\*hд\*Qэ\*m2=0,003\*0,04\*31,9\*0,012=45,93мкВ≈46мкВ

Кн=Uвхd/1.41\*Uвх=0.6 /1.41\*0,000045936=9263раз

Определяем коэффициент усиления с запасом на 40%:

Кн.’=1.4\*9263≈13000раз

**Определение числа и типов усилительных каскадов до детектра:**

Так как УРЧ отсутствует, то рассчитываем коэффициент усиления Ку. Для начала выберем 2 каскада УПЧ, nпр=3;

для УПЧ:

Ку=6,3\* S/f\*Ck =6.3\* 34/0.465\*2,8=32,1

для ПЧ:

 Кпр=6,3\* Sc/Fc\*Ck=6.3\* 26/1.605\*2,8=15раз

Определяю общий коэффициент усиления Кобщ

Кобщ=Кпр\*Купч^(nпр-1)=8\*15,96^3-1=15\*32,1І=15456

Так как Кобщ>Кн’ для ДВ и Для СВ то хватет 2 каскадов УПЧ

Первый каскад УПЧ будет апериодический, а второй широкополосный.

**Выбор схемы АРУ и числа регулируемых каскадов:**

# Выбираю схему АРУ с задержкой, работающую на принципе изменения эмиттерного тока за счёт подачи регулирующего напряжения в цепь базы транзистора.

Рассчитываем необходимые пределы изменения коэффициента усиления регулируемых каскадов по формуле:

nн=Д-В, где:

Д-заданное изменение сигнала на входе приёмника, дб

В- заданное изменение сигнала на выходе приёмника, дб

nн=25-6=19дб

Считая что регулируемые каскады идентичны, определяют необходимое количество регулируемых каскадов по формуле:

NАРУ=nн/20\*lgn, где n-изменение коэффициента усиления одного регулируемого каскада

Зададимся n=10, тогда:

NАРУ=19/20\*lg10=0.95≈1

В соответствии с рекомендациями по выбору схемы АРУ в качестве регулируемого каскада используем первый каскад УПЧ по апериодической схеме.

**1.2.12.Эскизный расчёт тракта низкой частоты:**

**Выбор типа электродинамического громкоговорителя:**

Исходными данными, необходимыми для выбора динамического громкоговорителя, являются:

1. номинальная выходная мощность: Рвых=0,15Вт
2. полоса воспроизводимых частот: Fн=300ГцчFв=3500Гц
3. неравномерность частотной характеристики:
4. среднее звуковое давление при заданной номинальной мощности:

Применяемые в транзисторных переносных приёмниках электродинамические громкоговорители должны иметь маленькие размеры. Исходя, из этих соображений я выбираю громкоговоритель типа: 0,2ГД-1, с параметрами:

Таблица№11:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| тип | Pном,Вт | Диап. F(Гц) | СреднееЗвуковоеДавление | ПолноеСопротивлениеЗвуковой катушки, Ом  | Габаритымм | Вес,гр |
| Fн | Fв | н/мІ | бар |
| 0,2ГД-1 | 0,200 | 300 | 10000 | 0,18 | 1,8 | 6±0,6 | 60\*25 | 50 |

**Выбор типа схемы и транзисторов для выходного каскада:**

В качестве оконечных каскадов усилителей низкой частоты можно использовать как однотактные, так и двухтактные схемы. Схема выходного каскада определяется назначением усилителя и требованиями, предъявляемыми, к нему. Так как у моего усилителя Рвых=0,150Вт, то я выбираю двухтактный каскад в режиме класса АВ на маломощных транзисторах.

Выбор транзисторов производится, исходя из следующих соображений:

1. предельно допустимая мощность рассеяния на один транзистор Ркмакс должна превышать рассеиваемую на коллекторе мощность Рк, которую можно вычислить по формуле:

Рк=0,4\*Рн’/ ηунч \*ξ², где

Рн’=Рн/2-номинальная мощность, заданная по условию, приходящаяся на один транзистор.

Рк-мощность рассеиваемая на коллекторе транзистора.

ηунч-КПД выходного каскада =1

ξ-коэффициент использования коллекторного напряжения=0,8ч0,95; выбираю 0,9

Рн’=0,150/2=0,075Вт=75мВт

Рк=0,4\*0,075/1\*0,9І=0,037Вт≈37мВт

Выбираю транзистор: КТ315А, у которого Ркмакс=150мВт; Екмакс=25В

1. Проверяю выполнение условия:

Ек≤(0,3ч0,4)Екмакс

6В≤(0,3ч0,4)\*25=7,5ч10

Условие выполняется, следовательно, транзистор выбран правильно.

**Выбор транзисторов для каскадов УННЧ:**

В большинстве случаев каскады УННЧ могут быть выполнены на маломощных транзисторах. При этом, если усиливаемые частоты не превышают единиц килогерц, выбор транзисторов производится по низкочастотным параметрам из следующих соображений:

1. минимальной стоимости;
2. наибольшей величины коэффициента усиления (В) в схеме с общим эмиттером.

Выбираю транзистор КТ315Б т.к. он дешевый и имеет большёй коэффициент усиления.

Таблица№12:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Тракт | Ikmax,ma | Pkmax, mBt | Ukэ, В | fгр | h21э |
| КТ315А | УНЧ | 100 | 150 | 25 | 100 | 20ч90 |
| КТ315Б | УННЧ | 100 | 150 | 20 | 100 | 50ч350 |

**1.2.13.Обоснование структурной схемы приёмника по результатам эскизного расчёта.**

На основании проведённого мной эскизного расчёта приёмника я составляю его блок-схему с указанием числа каскадов и особенностей каждого тракта.

В этой схеме входная цепь приёмника с магнитной антенной содержит два поддиапазона: поддиапазон километровых волн (ДВ) и поддиапазон гектометровых волн (СВ). Связь контура входной цепи с транзистором преобразователя частоты трансформаторная. Преобразователь частоты (ПЧ) собран по схеме с отдельным гетеродином. Нагрузкой в цепи коллектора служит 4 звена ФСС ПФ1П-2, связь ФСС с выходом смесителя и входом УПЧ индуктивная. Первый каскад УПЧ собран по апериодической схеме, второй широкополосный, одноконтурный с частичным включением контура в цепь коллектора. Диодный детектор собран по последовательной схеме с разделённой нагрузкой. Для автоматической регулировки усиления используется схема АРУ с задержкой включенная в цепь эмиттера УПЧ собранного по апериодической схеме. Каскад УННЧ собран по резистивной схеме с непосредственным включением нагрузки, каскад УНЧ выполнен по безтрансформаторной схеме на одиночной паре комплементарных транзисторов.

 **1.3 Расчётная часть проекта:**

**1.3.1 Подробный расчёт каскада АД:**

Требования, предъявляемые к АД, сводятся к обеспечению следующих качественных показателей:

* возможно большего коэффициента передачи, который определяется отношением напряжения НЧ на выходе детектора к напряжению ВЧ на его входе;
* возможно меньших частотных и нелинейных искажений;
* возможно большего входного напряжения;
* возможно меньшего ВЧ напряжения на его выходе.

Расчёт детектора сводится к выбору схемы и ее элементов так, чтобы перечисленные требования удовлетворялись наилучшим образом.

Выбираю последовательный полу проводниковый детектор с разделённой нагрузкой, так как он удовлетворяет всем моим заданным требованиям, и обеспечивает регулировку уровня сигнала.

1. Диоды рекомендуется выбирать исходя из условия:

Rобр>>Rн>>Rпр

Выбираю диод Д9Б, так как у него Rобр>>Rпр.

Определяю сопротивление нагрузки детектора:

Rн=2\*Кд\*Rвх, где Кд - коэффициент передачи детектора, так как Uвх.д=0,6В, то Кд=0,2ч0,4 выбираю Кд=0,4.

Rвх- входное сопротивление детектора 4,6кОм

 Rн=2\*Кд\*Rвх=2\*0,4\*4,6=3,68кОм.

1. Так как сопротивление нагрузки детектора одного порядка с входным сопротивлением УНЧ, величины сопротивлений R1 и R2 определяю по номограмме 9.18 в учебнике В.Д. Екимова.

Получаю R2=1,6кОм.

Принимаю R2=1.5 кОм из ряда Е6, типа СП3-10М с выключателем.

Определяю R1=Rн-R2=3,68-1,5=2,18кОм.

Принимаю R1=2,2кОм из ряда Е6, типа МЛТ-0,25.

1. Определяю общее сопротивление нагрузки переменному току:



1. Определяю общее сопротивление нагрузки постоянному току:

 Rн==R1+R2=2,2+1,5=3,7кОм

Так как Rн≈/Rн==3,12/3,7=0,84>0,8 то нелинейные искажения не будут превышать нормы.

1. Определяю величину эквивалентной ёмкости, шунтирующей нагрузку детектора:

 

1. Определяю величину ёмкости С2, обеспечивающую фильтрацию на промежуточной частоте:



Принимаю С2=6800пФ

1. Определяю величину ёмкости С1:

## С1≤Сэ-С2=18532,81-6800=11,732,81пФ

Принимаю С1=6800пФ

1. Проверяется величина эквивалентной ёмкости:

Сэ’=C1+C2=6800+6800=13600пФ

Так как Сэ’=13600<Сэ=18532,81пФ, то расчёт выполнен правильно.

**1.3.2. Подробный расчёт каскада УННЧ:**

## Для предварительного усиления выбираю резистивный каскад

Исходные данные для расчёта:

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Полоса усиливаемых частот | Fн-Fв=300-3500Гц |
| 2. Коэффициент частотных искажений на нижней частоте за счёт Сс | Мнс=1,5дб |
| 3. Коэффициент частотных искажений на нижней частоте за счёт Сэ | Мнэ=1,5дб |
| 4. Коэффициент частотных искажений на верхней частоте  | Мв=1,5дб |
| 5. Напряжение питания каскада | Ек=6В |
| 6. Температура окружающей среды | T=00С÷+300C |
| 7. Параметры транзистора следующего каскада | Iвх м сл=2мАUвх м сл=1,5ВRвх Тр сл=4кОмКсл=20Fгр мин=300кГцСк макс=10пФRвх об сл=50кОмR1сл=50кОмR2сл=10кОм |

1. **Определяю максимальный ток коллектора:**

Rкор=0,4\*Eк/Iк0=0,4\*Eк/1,5\*Iвхмсл=0,4\*6/1,5\*0,002=800Ом

Iкм=Iвхсл+(Uвхмсл/R2сл)+(Uвхмсл/Rкор)=0,002А+0,8/10000+0,8/800= 0,002А+0,00008А+0,001А=0,00308А=3,08мА

1. **Определяю Ik0:**

Ik0=(1,05÷1,2)\*Ikm=3,234мА÷3,696мА, выбираю 3,5мА

1. **Так как в пункте 1.2.12. я выбрал транзистор КТ315Б, то выписываю его параметры:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Iк макс | βмакс | βмин | Uкэмакс  | fгр | Uкэ0 | Rмм | Ск |
| 100мА | 350 | 50 | 30В | 100МГц | 15В  | 670 0С/Вт | 7пФ |

1. **Рассчитываю сопротивления Rэ и Rк:**

Rк=0,4\*Ек/Iк0=0,4\*6В/3,5мА=685,71Ом

Rэ=0,2\*Ек/Iк0=0,2\*6В/3,5мА=342,85Ом

Принимаю

Rк=1кОм по ряду Е24 типа МЛТ- 0,125

Rэ=360Ом по ряду Е24 типа МЛТ- 0,125

1. **Рассчитываю напряжение Uкэ0:**

Uкэ0=Ек-Iк0\*Rк- Iк0\*Rэ=6В-3,5мА\*1000Ом-3,5мА\*360Ом=6В-3,5В-1,26В=1,24В

1. **По статическим характеристикам транзистора для значений Uкэ0 и Iк0 нахожу методом треугольника:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Uкэ0 | Ik0 | Iб0 | Uбэ0 | Rвхоэ |
| 1,24В | 3,5мА | 0,05мА | 0,43В | 40Ом |

1. **Определяю максимальную и минимальную температуру перехода транзистора:**

Тпмакс=Токрмакс + Iк0\*Uкэ0\*Rмм=300С+3,5мА\*1,24В\*670 0С/Вт= =300С+2,90С=32,9≈330С

Тпмин =Токрмин + Iк0\*Uкэ0\*Rмм=00С+3,5мА\*1,24В\*670 0С/Вт= 00С+2,90С=2,9≈30С

1. **Определяю минимальное и максимальное напряжение Uбэ0, и максимальный ток Iкн:**

Uбэ0макс= Uбэ0+0,0022\*(20-Тпмин)=0,43В+0,0022\*(20-3)=0,43+0,0374= =0,4674В

##  Uбэ0мин= Uбэ0+0,0022\*(Тпмакс-20)=0,43В+0,0022\*(33-20)=0,43+0,0286=

=0,4586В.

Так как транзистор КТ315Б кремневый то ток Iкн макс определяю по формуле:

Iкнмакс=Iкнс\*3(Тпмакс-Тс)/10, где Iкнс= Iкн макс \*1,5, а Тс температура при которой указано Iкн макс.

Iкнс= Iкн макс 1,5=3,5мА\*1,5=5,25мА

Тс=250С

Iкнмакс=Iкнс\*3(Тпмакс-Тс)/10=5, 25\*3(33-25)/10=12,64мА

1. **Определяю R2:**

R2=6\*Rвхоэ=6\*8600=51600Ом

Принимаю R2=51кОм по ряду Е24 типа МЛТ-0.125

1. **Принимаю падение напряжения на Rф равным 1.5 В, тогда:**

Ек’=Ек-Urф=6-1,5=4,5В

1. **Определяю сопротивление R1:**

R1=R2\*[βmin/(βmin+1)\*(Ek’-Uбэ0макс)-Rэ\*Iк0мин] / [(Rэ+R2)\*Iк0мин-

-βмин/(βмин+1)\*(Iк0мин\*R2-Uбэ0макс)] =51000\*[50/(50+1)\*(4.5-0.4674)-

-360\*0.0035]/[(360+51000)\*0.0035-50/(50+1)\*(0.0035\*51000-0.4674)]=

=51000\*[0.2431-1.26]/[179.76-0.0055]=-288Ом=288Ом

Принимаю R1=270Ом по ряду Е24 типа МЛТ-0,125

Рассчитываю Iк0макс и Uкэ0мин, которые не должны превышать справочные значения:

Iк0макс=βмакс/(βмакс+1)\*[(Ек’\*R2-Uбэ0мин\*(R1+R2)+Iкнмакс\* \*(Rэ\*(R1+R2)+R1\*R2)]/[Rэ\*(R1+R2)+R1\*R2/(βмакс+1)]=350/(350+1)\*[(4.5\*

\*51000-0.4586\*(270+51000)+0,01264\*(360\*(270+51000)+270\*51000)]/[

360\*(270+51000)+270\*51000/(350+1)]=350/351\*[229500-23512+

+407351,8]/[18457200+39230.7]=0,033А=33,06мА

Uкэ0мин=Ек-Iк0макс\*Rк-[(βmax+1)\*(Iк0макс-Iкнмакс)\*Rэ]/βmax=

=6-0,033\*1000-[(350+1)\*(0,033-0,01264)\*360]/350=6-20,2-[2572,6]/350=

=6-3,3-1,98=0,72В

Так как значения не превышают справочные, то транзистор выбран правильно.

1. **Определяю сопротивление Rк≈:**

Rдел сл=R1сл\*R2сл/(R1сл+R2сл)=50000\*10000/(50000+10000)=8333,33Ом

Rк≈=Rк\*Rделсл\*RвхТрсл/[Rк\*Rделсл+Rк\*RвхТрсл+Rделсл\*RвхТрсл]=

=1000\*8333,33\*4000/[1000\*8333.33+1000\*4000+8333.33\*4000]=

=729.92Ом

1. **Определяю ток входа максимальный:**

Iвхмакс =Iкм/βмин=33,06мА/50=0,6612мА

1. **Определяю коэффициент усиления:**

Uвхм =Uбэм =Iвхмакс\*Rвхоэ=0,6612мА\*40Ом=0,026В

К=Uвхмсл/Uбэм=0,8В /0,026В=30,76раз≈31раз.

1. **Определяю ёмкость конденсатора Сс:**

Rвых+Rвхсл=Rк+[RвхТрсл\*Rделсл/(RвхТрсл+Rделсл)]=1000+[4000\*8333,33/(4000+8333,33)]=1000+2702=3702Ом



Принимаю Сс=130пФ по ряду Е24

1. **Определяю сопротивления Rдел и Rист:**

Принимаю Rк’=3900Ом

Rдел =R1\*R2/(R1+R2)=270\*51000/(270+51000)=268Ом

Принимаю Rдел =270Ом по ряду Е24 типа МЛТ-0,125

Rист=R’к\*Rдел/(R’к+Rдел)=3900\*270/(3900+270)=252,5Ом

1. **Определяю величину ёмкости конденсатора Сэ шунтирующего Rэ:**

Sэс = (1+βмакс)/(Rист. + Rвхоэ)=(1+350)/(252,5+40)=1,2



Принимаю Сэ=0,56мкФ по ряду Е24

1. **Определяю ёмкость Со и частотные искажения Мв:**

Со=Сэдсл<(0,16/fгрмин\*Rвхобсл)+Сксл\*(1+Ксл)=(0,16/300000\*50000)+

+0,00000001\*(1+20)≈0,00000021Ф≈210пФ





1.3.3 Распределение между трактами приёмника частотных и нелинейных искажений:

Частотные искажения создаются всеми каскадами приёмника. В каскадах с резонансными контурами (входная цепь, УПЧ) они могут возникать, когда резонансная характеристика контуров недостаточно широкая, за счёт чего крайние частоты спектра принимаемого сигнала будут пропускаться хуже, чем средние. Общую величину частотных искажений ВЧ части приёмника определяют из выражения:

Мобщ,дб=Мпрес +МУПЧ +МУННЧ+МУНЧ

Для ДВ:

Мобщ,дб=3дб+6дб+1,5дб+1,5дб=12дб

Для СВ:

Мобщ,дб=2дб+6дб+1,5дб+1,5дб=11дб

Проверяю выполнение условия Мобщ,дб≤М:

Для ДВ:

12≤12,

Для СВ:

11≤12

Условие выполняется для ДВ и для СВ, следовательно, частотные искажения приёмника не выходят за границы заданных частотных искажений.

Причиной нелинейных искажений является нелинейность характеристик усилительных приборов и диодов. Наибольшие нелинейные искажения создаются на детекторе и УНЧ. Общую величину нелинейных искажений определяют из выражения:

Кг.общ=Кг.d+Kг.УНЧ, ориентировочная величина искажений, создаваемых детектором составляет 1-2%, а нелинейные искажения УНЧ 3-5%.

Кг.общ=2%+5%=7%

Проверяю выполнение условия Кг.общ≤Кг , где Кг- заданные нелинейные искажения по ТУ

7%≤8%, условие выполняется, следовательно, нелинейные искажения приёмника не выходят за границы заданных нелинейных искажений.

**1.3.4. Расчёт частотной характеристики УНЧ:**

Расчёт АЧХ ведётся путём подставления значений частоты в формулу нормированного коэффициента усиления Y:



, где

Rнч =R1\*Rн / ( R1+Rн) - сопротивление нагружающее каскад(R1- приведённое сопротивление одного плеча, Rн - сопротивление динамика);

R1=250\*Um2(В)/P(мВт), где Um-амплитуда напряжения на коллекторе.

Um=ξ\*Ек

ω0=2\*π\*f-круговая (циклическая) частота.

Um=0,48\*6В=2,88В

R1=250\*2,882/150=13,8Ом

ω0=2\*π\*f=2\*3,14\*f=6,28\*f

Rнч =13,8\*6/(13,8+6)=82,8/19,8=4,18Ом



составляю таблицу:

|  |  |
| --- | --- |
| Частота f, Гц | Нормированный коэффициент усиления Y |
| 300 | 0,9687 |
| 500 | 0,9871 |
| 700 | 0,9930 |
| 900 | 0,9958 |
| 1100 | 0,9972 |
| 1300 | 0,9980 |
| 1500 | 0,9985 |
| 1700 | 0,9988 |
| 1900 | 0,9991 |
| 2100 | 0,9992 |
| 2300 | 0,9994 |
| 2500 | 0,9995 |
| 2700 | 0,9995 |
| 2900 | 0,9996 |
| 3100 | 0,9997 |
| 3300 | 0,9997 |
| 3500 | 0,9998 |

По полученным данным строю частотную характеристику оконечного УНЧ

 **1.3.5 Переход приёмника на новую элементную базу.**

В настоящее время, во всем мире для уменьшения массы и габаритов для уменьшения кропотливости монтажных работ в радиоприемниках используют интегральные микросхемы (ИМС). Интегральная микросхема может содержать в себе большое количество элементов, имея в то же время довольно не большие габариты и массу. Современные микросхемы могут содержать в себе собранные каскады радиоприемного устройства, что значительно облегчает проектирование и конструирование радиоприемного устройства.

Заменим и в рассчитанном нами радиоприемнике транзисторные каскады на микросхемы.

Заменим микросхемой К174ХА36А следующие: смеситель, гетеродин, ПЧ, УПЧ, детектор, АРУ, оконечный усилитель ЗЧ рассчитанного нами радиоприемного устройства исходя из следующих соображений. Данная микросхема предназначена для работы в приемном тракте портативных и переносных АМ супергетеродинных преемников ДВ, СВ и КВ с низким напряжением питания и малым потребляемым током. Вместе с навесными элементами микросхема выполняет полную обработку радиосигнала с усилением напряжения ЗЧ.

Цоколевка микросхемы: 1-вход сигнала гетеродина, 2-общий вывод, 3 и 4-вход усилителя сигнала радио частоты (РЧ), 5-подключение индикатора настройки, 6 и 7- вход предварительного усилителя сигнала ЗЧ , 8-выход предварительного усилителя сигнала ЗЧ, 9-общий вывод предварительного усилителя сигнала ЗЧ, 10- плюсовой вход питания, 11-выход детектора, 12- подключение фильтрирующего конденсатора АРУ, 13- подключение преддетекторного LC контура, 14-вход усилителя сигнала ПЧ, 15-подключение блокировочного конденсатора УПЧ, 16-вход смесителя.

ИМС К174ХА36А имеет следующие электрические параметры:

1. Напряжение питания …………………………………..2÷9В
2. Потребляемый ток ……………………………………..20мА
3. Выходное напряжение детектора, не менее ….............100мВ
4. Максимальная выходная мощность…………………...0,7Вт
5. Рассеиваемая мощность, не более……………………..1Вт
6. Температура окружающей среды……………………...-25….+550С
7. Эффективность АРУ(изминение напряжения на выходе усилителя ЗЧ) не менее, ..………………………………………………6дб
8. Частота входного сигнала РЧ, не более………………50МГц

Исходя из выше перечисленных параметров микросхемы видно, что она подходит по своим электрическим параметрам в рассчитанный радиоприемник.

**1.3.6 Технико-экономическое обоснование**

Спроектированный в процессе курсовой работы радиоприемник имеет следующие технические преимущества: данный радиоприемник собран на отечественных элементах, что обеспечивает быструю находку элемента вышедшего из строя; радиоприемник собран на микросхемах, что увеличивает его срок службы; отечественные элементы меньше западных аналоговых элементов «боятся» скачков напряжения, что удлиняет срок службы радиоприемнику.

Все элементы, которые, используются в РПУ, необходимы, так как без какого-либо элемента схема изменит, свои параметры и на выходе получится искаженный сигнал.

С экономической точки зрения спроектированный радиоприемник имеет следующие преимущества: все элементы, используемые в приемнике отечественные, что значительно снижает стоимость каждого элемента и приемника в целом; так как в приемнике используются отечественные радиодетали то в случае выхода из строя одного из них, поиск нового радио элемента будут легче с точки зрения материальной и физической сторон; в приемнике использованы только самые необходимые элементы, которые нужны для нормальной работы радиоприемника и в схеме не используется ни какого лишнего элемента, т.е. приемник выполнен в оптимальном варианте, что снижает его себестоимость.