МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Система частотной автоподстройки (ЧАП)*

Пояснительная записка к курсовой работе по курсу "Теория управления и радиоавтоматика"

Студент Гарюн В.И.

Группа Р - 404А

Преподаватель Маевская Е.А.

2008

# Задание на курсовую работу

1. **Тип системы - ЧАП.**
2. **Порядок астатизма - I.**
3. **Постоянная времени Т, сек. - 0,4сек.**
4. **Максимальное воздействие:**
	1. **по скорости -** **5\*104сек-2;**
	2. **по ускорению - 800Гц (1/с2).**
5. **Отношение сигнал - шум **
6. **Граница апертуры Ха - 5⋅103 Гц.**
7. **Перехватывающий режим - 5\*104 Гц/сек.**
8. **Форма сигнала - непрерывный.**
9. **Вид передаточной функции системы в разомкнутом состоянии:**



***Рассчитать:***

1. Номинальное значение петлевого усиления (добротности) Кпо из условий:
	1. Динамическая ошибка в стационарном режиме не превышает 5% полуапертуры (полиномиальное воздействие);
	2. Амплитуда ошибки в стационарном режиме при действии эквивалентной синусоиды с заданными максимальными значениями скорости и ускорения воздействия не превышает указанных выше значений;
	3. Максимальное значение ошибки в переходном режиме при скачке скорости не превышает 50% полуапертуры.
2. Параметры сглаживающих цепей из условий:
	1. Запас устойчивости по фазе не меньше 30°;
	2. С. К.О. ошибки слежения, вызванной действием помехи с заданным q2макс, не превышает 20% полуапертуры.

Содержание

Задание на курсовую работу

[Введение](#_Toc290647781)

Расчет основных параметров системы

[Выбор корректирующих цепей](#_Toc290647783)

Выводы

[Библиографический список](#_Toc290647785)

# Введение

**Примеры использования.** Системы частотной автоподстройки (ЧАП) применяются в радиоприёмных устройствах для поддержания постоянной промежуточной частоты сигнала, используются для стабилизации частоты генерируемых колебаний, применяются в качестве узкополосных перестраиваемых по частоте фильтров и в качестве демодуляторов частотно-модулированных колебаний с обратной связью по частоте.

Упрощенная функциональная схема супергетеродинного приёмника, в котором для стабилизации промежуточной частоты сигнала используется система ЧАП, показана на рис.1. В этом приёмнике входной сигнал uc (*t*) преобразуется в смесителе (СМ) на промежуточную частоту, усиливается усилителем промежуточной частоты (УПЧ) и поступает на следующие каскады приёмника (детектор, УНЧ).



***Рис.1.***

При отсутствии системы автоподстройки взаимная нестабильность частот входного сигнала и гетеродина может приводить к уходу промежуточной частоты сигнала за пределы полосы пропускания УПЧ и нарушению нормальной работы приёмника.

Система ЧАП, включаемая в состав приёмника для устранения этого явления, работает следующим образом. Напряжение с выхода УПЧ подаётся на устройство, называемое частотным дискриминатором (ЧД). При появлении отклонения Δω промежуточной частоты сигнала от её номинального значения, которое совпадает с центральной частотой УПЧ, на выходе дискриминатора возникает напряжение, зависящее от величины и знака отклонения Δω. Выходное напряжение дискриминатора, пройдя через фильтр нижних частот (ФНЧ), поступает на подстраиваемый генератор (ПГ) и изменяет его частоту, а следовательно, и промежуточную частоту сигнала так, что исходное рассогласование Δω уменьшается.

В результате работы системы ЧАП промежуточная частота сигнала поддерживается близкой к центральной частоте УПЧ. Это позволяет существенно уменьшить влияние взаимной нестабильности частот передатчика и гетеродина, сузить полосу УПЧ и повысить качество приёма.

Система ЧАП применяются также в качестве автоматически перестраиваемых по частоте (следящих) фильтров, осуществляющих частотную селекцию сигнала. Точка съёма отфильтрованного напряжения при этом выбирается в зависимости от того, требуется ли сохранить в процессе фильтрации неизменной амплитуду сигнала или такое требование не предъявляется. Если полезная информация заключена в амплитуде сигнала и её необходимо сохранить, то отфильтрованное напряжение снимается с выхода УПЧ. Полоса пропускания фильтра, построенного с использованием системы ЧАП, равна при этом полосе пропускания УПЧ. При изменении центральной частоты входного сигнала в результате работы системы ЧАП изменяется частота гетеродина и фильтр автоматически настраивается на новое значение частоты сигнала [1].

# Расчет основных параметров системы

1. Сначала рассчитаем значение петлевого коэффициента усиления исходя из трёх ограничений. Два из них относятся к стационарному режиму. Первое условие требует, чтобы динамическая ошибка в стационарном режиме не превышала 5% от заданного значения полуапертуры.
	1. , ,  1/с.

, 

Второе условие требует выбора петлевого усиления таким образом, чтобы амплитуда ошибки в стационарном режиме не превышала 5% от заданного значения полуапертуры.

1.2 

Определим амплитуду эквивалентного динамического воздействия ΛМ и его частоту Ω.

, Λ*м*= 31,25⋅105 1/с.

, Ω= 0.016 1/с.

Амплитуда ошибки слежения в стационарном режиме может быть найдена из выражения

, т.к. у нас Λ*м* >> X*Д1*, то

, тогда отсюда находим *КП0*.

, .

Третьим условием является то, что максимальное значение ошибки в переходном режиме при скачке скорости не превышает 50% полуапертуры.

* 1.  *Хмах=1250 1/с.*

Максимальное значение ошибки слежения при ступенчатом изменении скорости параметра λ (t) приближённо равно (при *КП0⋅Т>10*) [1]:

.

Найдём из этого выражения коэффициент передачи *КП0*.

Преобразованием вышеизложенного выражения получаем квадратичное уравнение для вычисления *КП0*.

.заменим

; ; ,

тогда выражение примет вид:

частотная автоподстройка радиоприемное устройство

, берем больший корень данного уравнения x = 12.55, отсюда

КПО = 12,552 =157,5 1/с.

Исходя из вышеперечисленных условий берём коэффициент усиления не корректированной системы равным *КП0* = 450 1/с.

# Выбор корректирующих цепей

Для начала построим не скорректированные характеристики и посмотрим, что не удовлетворяет требованиям для системы.

***ЛАЧХ***



***ЛФЧХ***



, ,. ωср≈32Гц.

По построенным характеристикам определили, что система не удовлетворяет требованиям задания (т.е. запас по фазе в районе частоты среза равен 3°, вместо 30° и наклон ЛАХ в районе частоты среза равен - 40 дБ/дек) и требует коррекции. Передаточная функция скорректированной системы будет иметь следующий вид:



Для построения логарифмические амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик системы воспользуемся программой, разработанной на кафедре РЭС и методом подбора получим необходимую коррекцию. Рассчитаем параметры корректирующего звена. Т=0,4с, зададим φзап=45о, тогда βс=π/2 - φзап= π/4 и из формулы Т=, найдём ωср

 : 

;  ; 

, отсюда =50 Гц.

Далее по формулам Т1= и Т2= найдём Т1 и Т2. *Т1=0,045 с.; Т2=0,0078с.,* получим *ωср=50 Гц*. Мы использовали фильтр вида:

.

Построим ЛАЧХ данной системы.

***ЛАЧХ***



***ЛФЧХ***



ϕзап≈47,40 и ЛАХ в районе частоты среза имеет наклон - 20дБ/дек, что удовлетворяет техническим требованиям.

Проверим, удовлетворяет ли полученное С. К.О. заданному условию, т.е. не превышает 20% полуапертуры.

 1/с,

*С. К.О. расч=*,

в нашем случае Se представляет зависимость от ω и Ω.

,

где,

 - нормированная спектральная плотность мощности низкочастотного эквивалента помехи на выходе линейной части приёмника:

,

Ω - расстройка частоты сигнала относительно переходной частоты частотного дискриминатора,

τк - постоянная времени каждого из контуров в частотном дискриминаторе,

 - параметр, называемый среднеквадратичной шириной спектра квадрата низкочастотного эквивалента помехи и выражающийся формулой:

.

В связи с тем, что зависимость спектральной плотности эквивалентной помехи на выходе частотного дискриминатора от частоты в общем случае имеет неравномерный характер, то для расчёта дисперсии ошибки следует пользоваться равенством:

.

Приближённое выражение может быть использовано, как правило, при относительно больших ошибках слежения Ω или небольших отношениях сигнал/помеха q2, что соответствует нашей задаче. В последнем случае можно использовать значение эквивалентной спектральной плотности на нулевой частоте:

= 0,2

Это равенство можно использовать в приближённом выражении для расчёта дисперсии ошибки подстройки частоты системой ЧАП.

При этом параметр спектральной плотности Ω полагается фиксированным, равным значению динамической ошибки слежения.

ΔFэ == ;



С0 = КП; С1 = КП Т1; d0 = KП; d1 = 1+ КП Т1; d2 = T+T2

Исходя из выше приведенных формул *С. К.О. расч ≈ 0,738*

Из полученных значений видно, что данное условие соблюдается.

# Выводы

В данной работе была проведена коррекция системы ЧАП первого порядка астатизма, с условием выполнения требований изложенных в техническом задании.

Исходя из условий обеспечения требуемых показателей точности слежения в стационарном режиме, был взят  1/c. При этом построенные ЛАЧХ не удовлетворяли условиям задания, т.е. наклон в районе частоты среза равен - 40дБ/дек.

Применив параллельную коррекцию в виде пропорционально-интегрирующего звена, рассчитанную по методике из [2] с использованием программ [4] и [5], были получены запас по фазе 47,4° и наклон ЛАЧХ в районе частоты среза - 20дБ/дек, т.е. была получена устойчивая система.

Расчет эквивалентной шумовой полосы замкнутой системы проводился из литературы [2].

Через расчет дисперсии ошибки слежения была найдена СКО ошибки слежения, которая удовлетворяет требованиям, т.е. меньше 20% полуапертуры.

# Библиографический список

1. Первачёв С.В. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. - М. Радио и связь, 1982.
2. Астрецов Д.В. Системы радиоавтоматики. Методические указания к выполнению курсовой работы по курсу "Теория управления и радиоавтоматика" Екатеринбург. Издательство УГТУ, 1997, 36 с.
3. Гольденберг Цифровые фильтры
4. Программа, подготовленная на кафедре РТС, под руководством Самусевич Г. А.
5. Профессиональный пакет для математических вычислений MathCad 7 Professional любезно предоставленный компанией MathSoft.