Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Институт Радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова

Типовой расчет по курсу:

«Радиоавтоматика»

Часть 2

Студент: Жеребин В.Р.

Группа: ЭР-15-15

Вариант №3

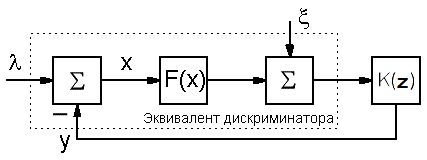
Москва

2018

**Исходные данные:**

*Таблица 1. Заданные параметры.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Порядковый номер студента в списке группы | Тип фильтра | Тип динамического воздействия |
| 3 | А | А |



*Рис. 1. Структурная схема обобщённой дискретной системы радиоавтоматики.*

1. **Определение типа фильтра, полагая дискриминационную характеристику (ДХ) линейной и безразмерной.**

Определяем тип дискретного сглаживающего фильтра по номеру варианта:

Передаточная функция фильтра: 

1. **Определение устойчивости в общем виде. Выбор численных параметров фильтра, периода дискретизации и крутизны ДХ.**

Для определения устойчивости, запишем передаточную функцию дискретной системы радиоавтоматики (СРА):



Характеристическое уравнение дискретной СРА второго порядка:



Данное характеристическое уравнение дискретной СРА второго порядка, определим его корни, путем приравнивание его к нулю.

Коэффициенты характеристического уравнения дискретной СРА:



Критерии устойчивости для системы второго порядка:



Подставим полученные коэффициенты в систему критериев устойчивости:



**



Т.3

Т.2

Т.1



Граница устойчивости

ОДЗ

*d*

*Рис.2. График зависиости от d.*

Где ОДЗ – область допустимых значений **для устойчивости системы.

Рассмотрим 3 случая устойчивости:

1. Ситема устойчива, система критериев выполняется

Выберем следующиечисленные параметры фильтра, периода дискретизации и крутизны ДХ:

, тогда 

Тогда: 

Проверим выбранные значения: 

При таких значениях система устойчива. Данные параметры отмечены на Рис.2. обозначением Т.1

1. Ситема не устойчива, система критериев не выполняется

Выберем следующиечисленные параметры фильтра, периода дискретизации и крутизны ДХ:

, тогда 

Тогда: 

Проверим выбранные значения: 

При таких значениях система не устойчива. Данные параметры отмечены на Рис.2. обозначением Т.2

1. Ситема на границе устойчивости.

Выберем следующиечисленные параметры фильтра, периода дискретизации и крутизны ДХ:

, тогда 

Тогда: 

Проверим выбранные значения: 

При таких значениях ситема на границе устойчивости. Данные параметры отмечены на Рис.2. обозначением Т.3

1. **Расчет значения в установившимся режиме математического ожидания ошибки слежения.**

Так как на вход дискретной СРА действует детерминированный процесс, математическое ожидание ошибки слежения соответствует самой ошибки слежения в установившимся режиме. Для определения установившегося режима воспользуемся теоремой о конечном значении оригинала:

, где  – изображение выходного процесса

Динамическое воздействие: , 

По таблице Z-преобразований определяем: 

Изображение выходного процесса:





Значение ошибки слежения в установившимся режиме:



Данная дискретная СРА имеет второй порядок астатизма *p* = 1, а входное динамическое воздействие имеет нулевой порядок полинома *l* = 0. Следовательно *p* > *l*, а это означает, что ошибка слежения имеет нулевое значение.

Знание передаточной функции дискретной СРА позволяет описать связь между дискретными процессами на ее входе и выходе с помощью разносного уравнения. Что бы получить разносное уравнение, запишем передаточную функцию в виде дробно-рациональной функции переменной z.



Из данной формулы выразим процесс на выходе СРА – ошибку слежения:





Запишем это выражение в следующем виде:



Введем оператор задержки на 1 такт :



Проведем переход к временным отсчетам, используя следующую методику:



И полагаем, что  при t < 0, получаем

Введем обозначения :



1. **Графики изменения ошибки слежения во времени (дискретные отчеты времени) при трех случаях устойчивости:**

а) Система устойчива:, 

**



*kT, c*

*Рис.3. График ошибки слежения в устойчивой СРА.*

На графике наблюдается затухающий переходной процесс ошибки слежения. Примерно к 20 такту сигнал ошибки слежения затухает. Данный график соответствует устойчивой системе дискретной СРА.

б) Система не устойчива: , 

**



*kT, c*

*Рис.4. График ошибки слежения в неустойчивой СРА.*

На графике наблюдается экспоненциальный рост ошибки слежения, представленный в логарифмическом масштабе для удобства отображения. В неустойчивой системе ошибка слежения стремиться к бесконечности. Данный график соответствует не устойчивой системе дискретной СРА.

в) Система на границе устойчивости: ,

**



*kT, c*

*Рис.5. График ошибки слежения для режима на границе устойчивости СРА.*

На графике наблюдается нелинейный рост ошибки слежения до установившегося режима. К, приблизительно, 9 такту наблюдается установившиеся значение ошибки слежения, равное . Данный график соответствует режиму на границе устойчивости СРА.

Все полученные графики совпадают с теоритическими представлениями.

1. **Расчет дисперсии флуктуационной составляющей ошибки слежения в установившимся режиме.**

Предположим, что на выходе дискриминатора действует белый дискретный гауссовый шум  с дискретной спектральной плотностью , тогда дисперсия дискретной СРА в тактовых точках в установившемся режиме рассчитывается по формуле:



Передаточная функция



Проведем замену переменных:



Расчет дисперсии флуктуационной составляющей ошибки слежения:



Где *J2* – табличный интеграл второго порядка.

Формула интеграла *Jn*:



В рассматриваемом случае, полиномы будут равняться:





Коэффициенты табличного интеграла:

Подставляем коэффициенты в *J2*:



Итоговое выражение дисперсии флуктуационной составляющей ошибки слежения в общем виде:

