**Реферат**

**Предмет: Теория автоматического управления**

**Тема: Анализ качества дискретных систем управления**

Методы определения качества дискретных систем автоматического управления аналогичны методам определения качества непрерывных систем с учетом некоторых особенностей.

1. Оценка качества дискретной системы по переходной функции

Порядок использования этого метода рассмотрим на примере.

# Пример 1. Рассчитать переходный процесс в заданной дискретной системе (рис. 1), и определить качество переходного процесса при различных значениях *T* и *kv* .

 T

x

y(t)

 kv

 p

1-e-pT

p

-

y[nT,ε]

T,ε

Рис. 1

**Решение:** Выходной дискретный сигнал равен



Если *x(t) = 1(t)*, то .

Определим передаточную функцию разомкнутой непрерывной части



Выполним дискретное преобразование



Передаточная функция замкнутой дискретной системы



Подставим *x(z)* и *Kз(z,ε)* в выражение для выходного дискретного сигнала



При этом

.

Определим значения полюсов - *zk* их число *-n* и кратность -*m*.

*z1 = 1, z2 = 1 - kvT = A, n = 2, m = 1.*

Выражение для переходной функции имеет вид:



Определим установившееся значение переходной функции:



Рассчитаем переходную функцию для различных значений параметров системы

1. Пусть *kvT = 1.*



Переходный процесс приведен на рис. 2а. При этом система имеет следующие показатели качества: время регулирования *tp = T*; относительное перерегулирование *σ% = 0*; число переколебаний *N = 0*; период собственных колебаний *T0 = T*.

2. Пусть *kvT = 2*.



Переходный процесс приведен на рис. 2б. При этом система находится на границе устойчивости.

1. Пусть *kvT = 1,5*.



Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (-0,5)n | 1 | -0,5 | 0,25 | -0,125 | 0,0625 | -0,03125 |
| h[nT] | 0 | 1,5 | 0,75 | 1,125 | 0,9375 | 1,03125 |

Переходный процесс приведен на рис. 2в.

При этом система имеет следующие показатели качества:

*tp = (4÷5)T; σ% = 50; N = 4; T0 = 2T.*

0 T 2T 3T 4T 5T nT

h[nT]

1

0 T 2T 3T 4T nT

 а)

h[nT]

2

0 T 2T 3T 4T nT

 б)

h[nT]

1,5

1

 в)

Рис. 2

**2. Корневые методы анализа качества**

Корневые методы позволяют оценить качество с помощью косвенных показателей качества, при этом анализируется расположение корней характеристического уравнения *ki = ±σi ±jωi*в комплексной плоскости в пределах основной полосы.

При этом используются следующие косвенные показатели качества:

1. Степень устойчивости .
2. Колебательность *μ = ω0/σ0*.

Демпфирование *χ = σ0/ω0*.

**3. Интегральные методы анализа качества**

**Линейная интегральная оценка**

Площадь регулирования может быть определена с помощью суммы ряда

. (1)

По аналогии с непрерывными системами сумму ряда (1) можно вычислить по формуле

 (2)

Пример 2. Вычислить величину *J1* для заданной системы (рис. 3).

x y

 -

 Рис. 3

 1

 T1p+1 +1

k

 T

**Решение:** Определим *y(z)*





Определим *y∞*



Определим величину интеграла *J1*



**Интегральная квадратичная оценка**

Интегральная квадратичная оценка пригодна для любых переходных процессов, и вычисляется по формуле

. (3)

В соответствии с дуальной теоремой для дискретных оригиналов, можно записать следующую формулу для расчета квадратичной интегральной оценки

 (4)

Этот интеграл можно вычислить либо с помощью вычетов по полюсам подынтегральной функции, либо с использованием табулированных значений интеграла (см. табл. 2) для функции



Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| n | R(z) | J2 |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |

## Пример 7. Вычислить величину *J2* для заданной системы (рис. 4).

x y

 -

 Рис. 4

 1

 T1p

k

T

**Решение:**

1. Определим значение выходной величины *y(z)*



1. Определим установившееся значение выходной величины *y∞*



3. Определим *R(z)*

,

где *d=T1 /(T1 +k)*.

4. Определим величину интеграла *J2* с помощью вычетов *z1 = d*



5. Определим величину интеграла *J2* с помощью таблиц



**4. Точность дискретных систем управления**

Точность дискретных САУ оценивается аналогично, как и непрерывных, с учетом некоторых особенностей.

Изображение ошибки для дискретной системы равно

 (5)

Установившееся значение ошибки определяется с помощью теоремы о конечном значении дискретной функции

 (6)

При определении ошибок используют типовые воздействия, дискретные преобразования Лапласа для типовых воздействий имеют вид:

-для воздействия с постоянной амплитудой

 (7)

-для воздействия с постоянной скоростью

 (8)

-для воздействия с постоянным ускорением

 (9)

Рассмотрим ошибки в дискретных системах. Ошибки в системах управления можно классифицировать как статические, кинетические и инерционные.

***Статическая ошибка*** – это ошибка, возникающая в системе при отработке единичного воздействия.

 (10)

***Кинетическая ошибка*** – это ошибка, возникающая в системе при отработке линейно – возрастающего воздействия.

 (11)

***Инерционная ошибка*** – это ошибка, возникающая в системе при отработке квадратичного воздействия.



Рассмотрим примеры расчета установившихся ошибок в дискретных системах.

**Пример 1.** Для заданной системы (рис. 5) определить установившиеся ошибки.

 x y

 -

 -

 Рис. 5

 kv

 p

 T

**Решение:** Определим выражения для установившихся ошибок.

1. Статическая ошибка



1. Кинетическая ошибка



1. Инерционная ошибка



**Пример 2.** Для заданной системы (рис. 6) определить установившиеся ошибки.

x y

 -

 Рис. 6

 k

 T1p+1

 T

 1-e-pT

 p

**Решение:**

1. Определим передаточную функцию разомкнутой системы



1. Определим передаточную функцию системы по ошибке



3. Определим статическую ошибку



4. Определим кинетическую ошибку



**Пример 3.** Для заданной системы (рис. 7) рассчитать установившиеся ошибки, если алгоритм функционирования цифровой части описывается уравнением:

#

x y

-

## АЦП

##  ЦА

## ЦАП

 kv

 p

Рис. 7

**Решение:** Исходную схему можно представить в виде (рис. 8).

y\*

 kv

 p

1-e-pT

 p

 T

 T

x

T,ε

yX

-

# Рис. 8

# 1. Определим передаточную функцию разомкнутой непрерывной части



Выполним дискретное преобразование



2. Определим передаточную функцию цифрового автомата в соответствии с алгоритмом его функционирования



1. Определим передаточную функцию разомкнутой дискретной системы



4. Определим передаточную функцию системы по ошибке



5. Определим статическую ошибку



6. Определим кинетическую ошибку



**Литература**

1. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. Ч1/Под ред. А.А. Воронова- М.: Высш. Шк.,1986.-367 с.
2. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. Ч2/Под ред. А.А. Воронова- М.: Высш. Шк.,1986. -504 с.
3. Вероятностные методы в вычислительной технике. Под ред. А.Н. Лебедева и Е.А. Чернявского - М.: Высш. Шк.,1986. -312 с.
4. Справочник по теории автоматического управления. /Под ред. А.А. Красовского- М.: Наука, 1987. -712 с.
5. Васильев В.Г. Теорія сигналів і систем: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1995. –68 с.
6. Бойко Н.П., Стеклов В.К. Системы автоматического управления на базе микро-ЭВМ.- К.: Тэхника,1989. –182 с.
7. Автоматизированное проектирование систем автоматического управления./Под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1990. -332 с.