1. **Цель работы**

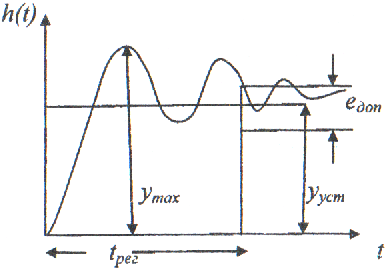
Экспериментальное исследование статических и астатических систем управления на их математических моделях. На лабораторной установке СУЛ-3 необходимо провести теоретическое и экспериментальное исследование влияния на отдельных параметров САУ на устойчивость и точность ее работы с применением различных критериев качества.

Необходимо освоить методику определения оптимальных параметров САУ на основе интегральной оценки качества.

1. **Краткие теоретические сведения**

Для нормального функционирования САУ обеспечение устойчивого ее движения – необходимое, но недостаточное условие, которое отвечало бы требованиям, предъявляемым к качеству систем автоматического управления.

Задача исследования САУ заключается в определении косвенных или прямых показателей их качества – время переходного процесса *tп*, максимальное перерегулирование δ%, оценка точности работы системы и др.



*рис. 1* – Типичная переходная характеристика линейной САУ.

По переходной характеристики *h(t)* можно определить основные показатели качества:

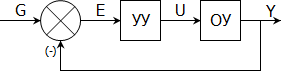
1. установившуюся ошибку:

eуст = e(∞) = xуст – yуст = 1 – h(t).

1. перерегулирование:

Формула перерегулирования.PNG

1. время переходного процесса *tп­*= время, в течении которого отклонение выходного сигнала достигает величины, не превосходящей заданного допустимого значения eдоп.



*рис. 2* – Структурная схема САУ.

*Объект управления (ОУ)* описывается передаточной функцией вида:

Функция ОУ.PNG

В качестве *управляющего устройства (УУ)* поочередно используются три типа регуляторов:

1. Пропорциональный (П) регулятор:

Wуу = Kп

– пропорциональный закон управления;

1. Интегральный (И) регулятор:

формула интегральный регулятор.PNG

– интегрирующий закон управления;

1. Пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор:

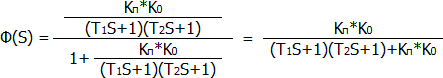
формула проп-интегр регулятор.PNG

– пропорционально-интегрирующий закон управления;

Передаточную функцию для каждого из законов можно получить из следующей формулы:

передаточная функция.PNG

1. **Выполнение**
   1. Пропорциональный закон управления



W1(S) = (T1S+1)(T2S+1)+Kп\*K0 = T1T2S2+T1S+T2S+1+Kп\*K0.

K0 = 10;

Kп = 1;

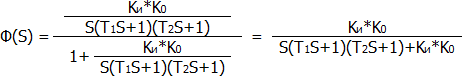
T1 = 1;

T2 = 1;

W1(S) = 1\*1\*S2+1\*S+1\*S+1+1\*10 = S2+2S+11.

Время переходного процесса: tп = 2,2 сек.

* 1. Интегрирующий закон управления



W2(S) = S(T1S+1)(T2S+1)+Kи\*K0 = T1T2S3+T1S2+T2S2+S+Kи\*K0.

K0 = 1;

T1 = 1;

T2 = 1;

a0 = T1T2 = 1;

a1 = T1+T2 = 2;

a2 = 1;

a3 = KиK0 = Kи;

a1 a2 – a0 a3 > 0;

2– Kи >0;

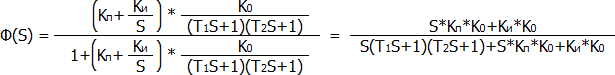
Kи < 2 – условие устойчивости.

Пример:

Kи = 1,6 – время переходного процесса: tп = 23,9 сек.

Kи = 2 – время переходного процесса: tп = 76,3 сек.

Kи = 2,8 – время переходного процесса: tп = ∞, следовательно *система неустойчива*.

* 1. Интегрирующий закон управления

W3(S) = S(T1S+1)(T2S+1)+S\*Kп\*K0+Kи\*K0 = T1T2S3+T1S2+T2S2+S+S\*Kп\*K0+Kи\*K0.

K0 = 1;

Kп = 1;

T1 = 1;

T2 = 1;

a0 = T1T2 = 1;

a1 = T1+T2 = 2;

a2 = 1+Kп\*K0 = 2;

a3 = KиK0 = Kи;

a1 a2 – a0 a3 > 0;

4– Kи >0;

Kи < 4 – условие устойчивости.

Пример:

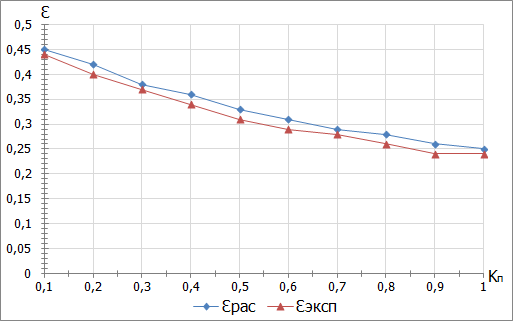
Kи = 3 – время переходного процесса: tп = 11 сек.

Kи = 4 – время переходного процесса: tп = 57,6 сек.

Kи = 5 – время переходного процесса: tп = ∞, следовательно *система неустойчива*.

* 1. Ошибка

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ɛрас | 0,25 | 0,26 | 0,28 | 0,29 | 0,31 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,45 |
| Ɛэксп | 0,24 | 0,24 | 0,26 | 0,28 | 0,29 | 0,31 | 0,34 | 0,37 | 0,4 | 0,44 |
| Kп | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 |



1. **Вывод**

На математической модели системы управления проведены теоретическое и экспериментальное исследования влияния отдельных параметров САУ на устойчивость и точность ее работы.

Для каждой САУ существует условие ее устойчивости. В зависимости от значений коэффициента K определяется время регулирования tп САУ до состояния устойчивости. Если значение коэффициента превышает максимально допустимое Kкр для данной САУ, то время регулирование может равняться бесконечности, что означает неустойчивое состояние системы.