**Практическое занятие 6**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ**

1. **Определение установившейся ошибки автоматической системы**

***1.1. Повторение основных теоретических положений****.*

1. *Понятие качества процесса управления или качества АС?*

Качество характеризует точность и характер протекания переходных процессов в АС.

1. *Методы оценки качества и критерии качества АС?*

Качество АС может быть оценено *прямыми* и *косвенными* методами.

Критерии качества, полученные при использовании прямых методов, основанных на анализе кривых переходных процессов, называются *прямыми*. К ним относятся:

* + время регулирования;
  + перерегулирование;
  + число колебаний за время регулирования;
  + время срабатывания; полоса пропускания;
  + ошибка в установившемся режиме;
  + ошибка при воздействии случайных возмущений и т. д.

*Косвенные* методы оценки качества АС основаны на использовании математического аппарата при исследовании передаточных функций, частотных характеристик и интегральных оценок.

*Основным показателем качества АС* является *точность* *в установившемся режиме,* которую можно оценить по установившейся ошибке АС при типовом воздействии. В этом случае целесообразно воспользоваться первой предельной теоремой:



***1.2. Решение типовой задачи.***

**Задача №1**

Передаточная функция замкнутой следящей АС имеет вид:

Каковы условия получения: 1. Астатизма нулевого порядка; 2. Астатизма первого порядка; 3. Астатизма второго порядка.

**Решение:**

*Порядок астатизма замкнутой АС по отношению к задающему воздействию определяется числом равных друг другу первых (с младшими индексами) коэффициентов ее передаточной функции.*

**Ответ:**

1. - астатизм нулевого порядка;
2. - астатизм первого порядка;
3. - астатизм второго порядка.

**Задача №2**

Определить ошибку АС в установившемся режиме e(t). Структурная схема замкнутой АС показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема замкнутой АС

Входной сигнал АС имеет вид:

**Решение:**

Исследуемая АС является следящей АС и ЖООС, содержащей два динамических звена в главном канале: усилитель с коэффициентом усиления равным 2 и интегратор.

1. Определим выражение для ошибки следящей АС:

где

1. Ошибка АС в установившемся режиме определяется равенством:
2. Применяя операцию Лапласа, получим изображение ошибки АС в установившемся режиме:

4.Для определения числа коэффициентов ошибок найдем производные от входного сигнала:

= 0.

Следовательно, необходимо вычислить только один коэффициент ошибки *S0.*

1. Передаточная функция по ошибке от задающего воздействия определяется выражением

Отсюда получим

В итоге найдем коэффициент ошибки :

Данный результат подтверждает, что исследуемая замкнутая АС является астатической 1 порядка.

1. Ошибка АС в установившемся режиме будет определяться следующим выражением:

На рисунке 2 представлен характер изменения ошибки в установившемся режиме.



Рисунок 2 - Зависимость ошибки астатической АС 1-го порядка

**Задача №3**

Определить порядок астатизма АС, структурная схема, которой представлена на рисунке 3, и рассчитать полную ошибку в установившемся режиме при заданных входных сигналах.



Рисунок 3 – Структурная схема замкнутой АС

На следящую АС действуют три входных сигнала:

**Решение:**

1. *Порядок астатизма замкнутой* *ЛСС по отношению к задающему воздействию равен числу* *интегрирующих звеньев* в передаточной функции разомкнутой системы.

Система имеет два интегрирующих звена.

Отсюда:

Порядок астатизма АС по отношению к возмущению определяется *числом интегрирующих звеньев,* включенных между *входом возмущения и выходом системы против хода сигнала*:

1. Определим полную ошибку в установившемся режиме при воздействии трех сигналов:

Во временной области полная ошибка будет иметь вид:

Рассчитаем шибки слагаемых полной ошибки в установившемся режиме.

* 1. Ошибка от входного воздействия *X(p)* имеет вид:

.

Количество коэффициентов ошибок можно найти, определив минимальный порядок производной входного сигнала, равного нулю.

Следовательно, число коэффициентов ошибок, подлежащих определению равно трем: . Ошибка АС в установившемся режиме для такого сигнала будет определяться следующим равенством:

Опираясь на связь коэффициентов передаточной функции замкнуто системы и учитывая порядок астатизма АС следует, что первые два слагаемых данного полинома равны нулю, т. к. коэффициенты ошибок и равны нулю.

Необходимо вычислить только один коэффициент :

Так как

В итоге получим:

Решение дает следующий результат:

Отсюда ошибка от входного сигнала в установившемся режиме имеет вид:

2.2. Ошибка от входного воздействия *F1(p)* имеет вид:

Количество коэффициентов ошибок можно найти, определив минимальный порядок производной входного сигнала, равного нулю.

.

Следовательно, число коэффициентов ошибок, подлежащих определению равно двум: . Ошибка АС в установившемся режиме для такого сигнала будет определяться следующим равенством:

Опираясь на связь коэффициентов передаточной функции замкнуто системы и учитывая порядок астатизма АС следует, что система по отношению к возмущению является статической и коэффициент ошибок не равен нулю.

Необходимо вычислить оба коэффициента и .

Так как

в итоге получим:

Решение дает следующий результат:

Отсюда ошибка от входного сигнала возмущения , в установившемся режиме имеет вид:

2.3. Ошибка от входного воздействия *F2(p)* имеет вид:

Количество коэффициентов ошибок можно найти, определив минимальный порядок производной входного сигнала, равного нулю.

Следовательно, число коэффициентов ошибок, подлежащих определению равно одному - . Ошибка АС в установившемся режиме для такого сигнала будет определяться следующим равенством:

Опираясь на связь коэффициентов передаточной функции замкнуто системы и учитывая порядок астатизма АС следует, что система по отношению к возмущению является астатической 1 порядка и коэффициент ошибок равен нулю.

Отсюда ошибка от входного сигнала возмущения , в установившемся режиме имеет вид:

В итоге найдем полную ошибку АС во временной области в установившемся режиме:

1. **Определение интегральной квадратичной оценки качества автоматической системы**

***2.1. Повторение основных теоретических положений.***

Для эффективного сравнения между собой близких систем, выбора оптимальных значений параметров АС, в смысле удовлетворения выбранного функционала качества, широко используются интегральные оценки качества, позволяющие дать общую характеристику качества АС без определения какого-либо её показателя в отдельности.

Простейшей интегральной оценкой качества может служить функционал вида:

где - абсолютно интегрируемая функция времени, характеризующая протекание переходного процесса АС.

Данный интеграл интерпретируется *алгебраической суммой площадей под кривой динамической ошибки*. Оценка качества АС по минимуму данного интеграла дает удовлетворительные результаты только в случае монотонного изменения переходного процесса системы. При колебательном его характере наблюдается компенсация положительных и отрицательных площадей при интегрировании, и даже неудовлетворительная по качеству АС может иметь очень хорошую интегральную оценку. Поэтому наиболее распространенной является интегральная квадратичная оценка качества вида:

А.А. Красовский, решая данный интеграл, получил для него выражение через параметры ПФ АС:

Формула Крассовского для нахождения ИКО имеет следующий вид:

где

*Методика определения ИКО:*

1.Определить изображение по Лапласу подынтегральной функции *.*

2. Составить и вычислить определители *.*

3.Вычислить ИКО по формуле А.А. Красовского.

***2.2. Решение типовой задачи.***

**Задача №4**

Для АС с передаточной функцией определить оптимальное значение коэффициента в смысле минимума ИКО вида:

Для решения использовать метод Красовского А.А.

**Решение:**

Решение по методу Красовского А.А. будет иметь вид:

В качестве параметра выбираем установившееся значение переходной функции .

1. Определяем изображение по Лапласу подынтегральной функции:

**

2. Составляем и находим значения определителей Красовского:





1. Определяем ИКО:



4. Определяем ξopt:



Отсюда ξ=0,5 – экстремум.

1. Проверяем наличие минимума ИКО:



Найденный экстремум соответствует минимуму функции ИКО.

**Ответ:**

При ξ=0,5 и фиксированных параметрах *K* и *T* достигается минимум ИКО данной АС.

Данная методика расчета ИКО может быть использована при синтезе ЛС АС методом ИКО.

1. **Задача для самостоятельного решения**

Определить порядок астатизма АС, структурная схема, которой представ-лена на рисунке , и рассчитать полную ошибку в установившемся режиме при заданных входных сигналах. (Таблица 1)

****

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Х(t) | f1(t) | f2 (t) |
| 1 | 0,5 + t | 0,8+0,22t | 10 |
| 2 | 12 - t | 0,5 + t | 1 |
| 3 | 0,5 - t2 | 0,5t + t2 | 12 |
| 4 | 0,5t + t2 | 12 - t | 0,5 |
| 5 | -0.5 + t2 | 0,5 - t2 | 0,5 |
| 6 | 0,5 + t | -0.5 + t2 | 0,4 |
| 7 | 12 - t | 0,8+0,22t | 15 |
| 8 | 0,5 - t2 | 12 - t | 0,14 |
| 9 | 0,5t + t2 | 0,5 + t | 15 |
| 10 | -0.5 + t2 | 0,5 - t2 | 0,1 |
| 11 | 0,5 + t | 0,5t + t2 | 1 |
| 12 | 12 - t | 0,5 - t2 | 0,5 |
| 13 | 0,5 - t2 | 0,5 + t | 11 |
| 14 | 0,5t + t2 | 12 - t | 0,1 |
| 15 | -0.5 + t2 | 0,5 - t2 | 12 |
| 16 | 0,5 + t | 0,5t + t2 | 0,4 |
| 17 | 12 - t | 0,5 - t2 | 0,5 |
| 18 | 0,5 - t2 | 12 - t | 0,1 |
| 19 | 0,5t + t2 | 0,5 + t | 14 |
| 20 | -0.5 + t2 | 0,5 - t2 | 0,1 |
| 21 | 0,5 + t | 0,5t + t2 | 0,4 |
| 22 | 12 - t | 0,5 - t2 | 18 |
| 23 | 0,5 - t2 | 0,5 + t | 0,1 |
| 24 | 0,5t + t2 | 12 - t | 0,5 |
| 25 | -0.5 + t2 | 0,5t + t2 | 20 |

Autogenerated

|  |  |
| --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | |
|  |
| **ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  **УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  **«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  **(ДГТУ)** | |

Кафедра: **Техническая эксплуатация летательных аппаратов и наземного оборудования**

Практические занятия

(зачтено / не зачтено)

(руководитель: уч. степень, звание, Ф.И.О)

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

(подпись) (дата)

**ОТЧЕТ**

по практическим занятиям

Тема ПЗ - **Определение показателей качества линейных стационарных**

**систем**

Отчет подготовил студент группы

(номер группы)

(Ф.И.О.)

Вариант № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

Ростов-на-Дону

20\_\_\_\_г