МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Факультет**  инженерный

**Кафедра** оборудования и автоматизации производства

Дата и № регистрации на кафедре \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Отметка о допуске к защите \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Оценка за защиту \_\_\_\_\_\_\_\_\_

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по дисциплине** «Автоматическое управление процессами и системами»

**Тема: «**Исследование и оптимизация линейной САУ с заданными параметрами качества»»

**Исполнитель:**

и инженерный факультет,

6 курс, гр. ТОз-61

6 . Ханцевич А. Ф. .

**Руководитель:**

преподаватель кафедры ОАП

Гаврилова Ж. И.

**Барановичи, 2017**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

РЕЦЕНЗИЯ

на курсовую работу (проект)

(регистрационный №\_\_\_\_\_)

Студента

ч

(фамилия, имя, отчество)

Факультет с Инженерный с

Курс \_

Дисциплина

Автоматическое управление процессами и системами с

Рецензент

с

(фамилия, имя, отчество)

Дата получения курсовой работы для рецензирования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата возвращения курсовой работы после рецензирования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись преподавателя-рецензента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Текст рецензии:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

БарГУ-КР-ТОз61/20-ПЗ

Разраб.

Ханцевич

Провер.

Гаврилова

Реценз.

Н. Контр.

Утверд.

Исследование и оптимизация линейной САУ с заданными параметрами качества.

Лит.

Листов

УО «БарГУ»

**Курсовая работа: 28 с., 15 рис., 2 таблицы, 8 источников, 1 приложение.**

САУ, ПИ-РЕГУЛЯТОР, ПЕРЕРЕГУЛИРОВАНИЕ, КОРРЕКЦИЯ, СТРУКТУРА САУ, ПЕРЕДАТОЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, АЧХ, ФЧХ, ФУНКЦИЯ.

Объектом и предметом исследования является: линейная САУ

Цель работы: исследование и оптимизация системы управления с заданными параметрами качества.

Автор подтверждает, что приведенный в работе расчетно-аналитический материал правильно и объективно отражает состояние исследуемого процесса, а все заимствованные из литературных источников положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

**Оглавление**

Введение……. …………………………….……………………..….….4

1. Исходные данные……………………………………………………....6
2. Анализ структуры САУ и синтез корректирующих звеньев………..8
   1. Построение структурной схемы заданной линейной САУ…………8
   2. Определение точности системы по управляющему и

возмущающему воздействию…………………………………………….10

* 1. Построение АЧХ и ФЧХ разомкнутой нескорректированной САУ……………………………………………………………………11
  2. Коррекция САУ………………………………………..……………..12
  3. Построение АЧХ и ФЧХ разомкнутой скорректированной САУ...13
  4. Первый запуск модели замкнутой САУ………………..…………...17

3 Аналитический анализ структуры САУ и синтез корректирующих звеньев……………………………………………………………….……18

3.1 Аналитический расчет точности системы по управляющему и возмущающему воздействию в установившемся режиме…………….18

3.2 Анализ устойчивости замкнутой САУ……………………….…….22

3.3 Коррекция замкнутой САУ…………………………………………24

3.4 Анализ замкнутой САУ……………………………………………..26

Заключение…………………………………………………..………..27

Список использованных источников…………………………..……28

Приложение………………………………………………………...…29

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

БарГУ-КР-ТОз61/20-ПЗ

Разраб.

Ханцевич

Провер.

Гаврилова

Реценз.

Н. Контр.

Утверд.

Пояснительная записка

Лит.

Листов

УО «БарГУ»

**Введение**

По виду задающего воздействия системы автоматического регулирования подраз­деляются на три класса: системы стабилизации, системы программного управления и следящие системы. В системах стабилизации задающее воздействие постоянно, в системах программного управления задающее воздействие является за­ранее известной функцией времени, а в следящих системах задающее воздействие изменяется произвольным, заранее не­известным образом.

В CAУ входит объект регулирования ОР с одной регулируе­мой величиной Хвх(t) и автоматический регулятор. Послед­ний состоит из устройств, которые по функциональному при­знаку, т. е. по назначению, могут быть квалифицированы следующим образом:

преобразующее устройство ПУ, служащее для преобразо­вания сигнала ошибки в физически другую величину, удоб­ную для последующего усиления или преобразования;

задающее устройство ЗУ, имеющее целью преобразовать желаемое значение регулируемой величины, в другое по физической природе задающее воздействие Хз*,* удобное для сравнения с величиной Хос; сравнивающее устройство СУ, дающее на основании срав­нения задающего воздействия и сигнала обратнойсвязи Хос сигнал ошибки регулирования ε;

последовательное или параллельное корректирующее устройство КУ, придающее системе требуемые динамические свойства;

усилительное устройство УУ, усиливающее сигнал ошибки по мощности;

исполнительное устройство ИСУ, вырабатывающее управ­ляющее воздействие, прикладываемые к ОР;

измерительное устройство ИЗУ, воспринимавшее измене­ние регулируемой величины;

устройство главной обратной связи ОСУ.

Отметим, что в реальных CAУ некоторые из перечислен­ных устройств, например КУ, ПУ или ИЗУ, могут отсутство­вать, а некоторые физические устройства могут объединять в себе функционально ряд перечисленных выше устройств.

1. **Исходные данные**

**Вариант №20**

По заданию дана структурная схема линейной САУ (рисунок 1.1). Параметры звеньев системы (таблица 1.1,1.2) – в соответствие с вариантом задания.



Рисунок 1.1 - Структурная схема линейной САУ

Таблица 1.1 Вариант задания для расчета линейной САУ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант задания | Вариант *W(p)* | *k1* | *k2* | *k3* | *k4* | *T1* | *T2* | *T3* | *T4* | *ξ* | *tрег* |
| 20 | 2 | 3 | 1 | 10 | 3 | 0,01 | 0,225 | – | 0,05 | 0,8 | 0,1 |

Таблица 1.2 Вариант передаточных функций линейной САУ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант  *W(p)* | *W1(p)* | *W2(p)* | *W3(p)* | *W4(p)* |
| 2 |  |  |  |  |

Подставив значения, определим передаточные функции звеньев:

(1.1)



(1.2)



(1.3)



(1.4)



1. **Анализ структуры САУ и синтез корректирующих звеньев**
   1. **Построение структурной схемы заданной линейной САУ**

Передаточная функция линейной системы позволяет найти реакцию, отклик системы на произвольное воздействие. На самом деле передаточная функция это не просто функция, а математический оператор, позволяющий найти лапласово изображение выходного сигнала по известному изображению входного сигнала:

Y(s)=W(s)X(s) (2.1)

где:

Y(s) – изображение выходного сигнала, по которому обратным преобразованием Лапласа можно найти зависимость выходного сигнала от времени;

W(s) – передаточная функция линейной системы или объекта;

X(s) – изображение входного сигнала системы, которое можно получить, если известна зависимость от времени входного сигнала;

s = σ +jω – комплексная переменная. С некоторой степенью приближения можно сказать, что в эту переменную преобразуется преобразованием Лапласа время.

Передаточная функция, наряду с тремя другими взаимосвязанными функциями линейной системы, комплексным коэффициентом передачи, переходной и весовой функциями, позволяет определять реакцию системы на произвольное воздействие, а значит, она полностью характеризует свойства системы. Исследуя передаточную функцию системы, объекта или их элемента можно все о них узнать.

Передаточная функция большинства линейных систем имеет т.н. дробно-рациональный вид, это дробь, в числителе и знаменателе которой записаны полиномы от аргумента передаточной функции:

 (2.2)

Знаменатель передаточной функции называется характеристическим полиномом, корни этого полинома характеризуют свойства системы в свободном состоянии, т.е. без внешних воздействий.

Работоспособная система автоматического управления должна быть устойчивой, а это значит, что действительные части корней ее характеристического полинома должны быть отрицательными.



Рисунок 2.1 - Структурная схема разомкнутой линейной САУ

Для построения линейной характеристики разомкнутой САУ используем программу VisSim v6.0A



Рисунок 2.2 - Линейная характеристика разомкнутой САУ

Исходя из графика, мы видим большое время на запуск САУ, т.е. 2 сек.

**2.2 Определение точности системы по управляющему и возмущающему воздействию**

Точность САУ оценивается в установившемся режиме по величине установившейся ошибки при типовых воздействиях. При анализе точности систем рассматривается установившийся режим, так как текущее значение ошибки резко меняется вследствие наличия переходных процессов и не может быть мерой точности.

Установившееся значение ошибки определяется с помощью теоремы о конечном значении функции

Ошибка по возмущению воздействию равна *ε(t) = – y(t)*, т.е. равна изменению регулируемой величины под действием возмущения при отсутствии входного воздействия.

В общем случае как задающее, так и возмущающее воздействия являются сложными функциями времени. При определении ошибок пользуются типовыми воздействиями, которые с одной стороны соответствуют наиболее тяжелым режимам работы системы и, вместе с тем, достаточно просты для аналитических исследований.

Кроме того, типовые воздействия удобны для сравнительного анализа различных систем, и соответствуют наиболее часто применяемым законам изменения управляющих и возмущающих воздействий.

Различают следующие типы ошибок:

– статическая ошибка (ошибка по положению) – ошибка, возникающая в системе при отработке единичного воздействия;

– кинетическая ошибка (ошибка по скорости) – ошибка, возникающая в системе при отработке линейно – возрастающего воздействия;

– инерционная ошибка (ошибка по ускорению) – ошибка, возникающая в системе при отработке квадратичного воздействия.

Для выявления ошибок необходимо построить АЧХ и ФЧХ разомкнутой нескорректированной САУ

**2.3 Построение АЧХ и ФЧХ разомкнутой нескорректированной САУ**

Для построения АЧХ и ФЧХ (рисунок 2.3) разомкнутой нескорректированной САУ используем программу VisSim v6.0A.

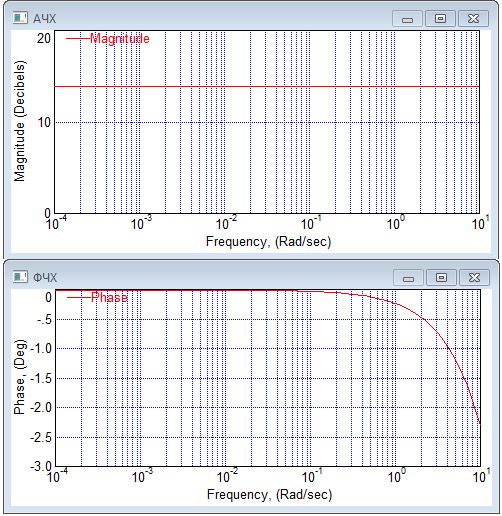


Рисунок 2.3 АЧХ и ФЧХ разомкнутой нескорректированной САУ

Исходя из графика, мы видим неопределенность АЧХ и ФЧХ, следовательно, применим коррекцию САУ.

**2.4 Коррекция САУ**

Для того чтобы система была устойчива и удовлетворяла заданным требованиям, следует произвести ее коррекцию, т. е. ввести в цепь корректирующее звено.

Применим последовательную коррекцию системы. Для этого рассмотрим ЛАЧХ передаточных функций при последовательной коррекции, т.е. представим соотношения в логарифмическом масштабе.

*Lж = Lн + Lк ,*

*Lк = Lж − Lн .* (2.3)

Построение Lж методом Солодовникова.

Согласно методу Солодовникова, *Lж* пересекает логарифмическую ось частот под уклоном в 20dB при *ω* = *ωср ,* т.е. при частоте среза. Причем, чем правее *ωср*, (чем выше эта частота), тем меньше время переходного процесса.

Частоту среза определяют по графику зависимости перерегулирования от значения вещественной частотной характеристики *Bmax* .

*σ,%*

*Bmax*

Рисунок 2.4 - Частота среза

**2.5 Построение АЧХ и ФЧХ разомкнутой скорректированной САУ**

В качестве корректирующего элемента САУ примем корректирующую цепь RC с учетом её ЛАЧХ

R1

R2

C2

C1

*u1*

*u2*

Рисунок 2.5 - Схема корректирующей цепи (комбинированное интегро-дифференцирующее звено)

Передаточная функция данной корректирующей цепи имеет вид:

 (2.4)



По ЛАЧХ получим:

Наиболее приемлемы для целей синтеза асимптотические логарифмические амплитудные характеристики, так как построение ЛАХ , как правило, производится с малыми вычислительными затратами. Данный метод относится к числу *приближенных* методов.

Процедура синтеза включает в себя следующие операции:

1. Построение ЛАХ исходной разомкнутой системы. Под исходной системой здесь понимается система, не снабженная необходимыми корректирующими устройствами;
2. Построение желаемой ЛАХ разомкнутой системы. Это построение делается на основе требований к качеству переходных процессов по изложенным ниже соображениям;
3. Определение вида и параметров корректирующего устройства. Наиболее просто это сделать при использовании последовательной коррекции.
4. Техническая реализация корректирующего средства. По виду ЛАХ определяется схема и параметры звена коррекции.
5. Построение переходной характеристики синтезированной системы. Делается для проверки получения заданных динамических и статических показателей.

; (2.5)



 (2.6)  
 

Приравняв, получим

С1R1=0.125

C2R2=0.085 (2.7)



Пусть C1=0,5мкФ; C2=1,5мкФ Тогда:

R1= 0,25 MОм

R2=0,0567 MОм

Подставляем и получаем:

 (2.8)

-передаточная функция корректирующего устройства.



Рисунок 2.6 - Структурная схема разомкнутой линейной САУ с корректирующим элементом

Используя программу VisSim v6.0A. построим АЧХ и ФЧХ разомкнутой скорректированной САУ



Рисунок 2.7 - Линейная схема разомкнутой линейной САУ с корректирующим элементом

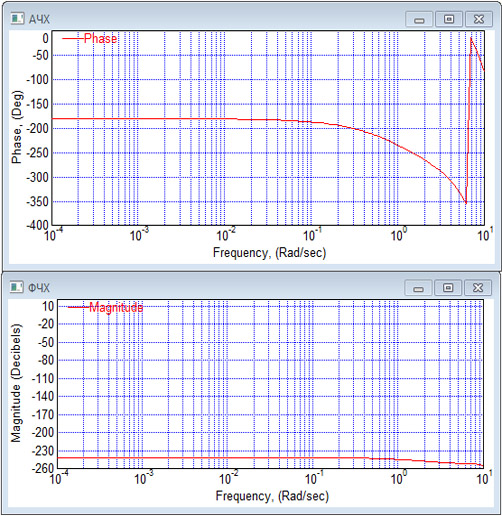


Рисунок 2.8 - АЧХ и ФЧХ разомкнутой линейной САУ с корректирующим элементом

Исходя из графика, мы видим скачек АЧХ и ФЧХ, следовательно, коррекция САУ не работает.

**2.6 Первый запуск модели замкнутой САУ**

Чтобы оценить качество регулирования замкнутой системы, используют запуск модели замкнутой САУ, т.е. строят кривую переходного процесса, по которой определяют точность, быстродействие, запас устойчивости.

Используя программу VisSim v6.0A. построим кривую переходного процесса замкнутой линейной САУ.



Рисунок 2.9 - Первый запуск модели замкнутой линейной САУ

Исходя из графика, мы видим зависание САУ до 9,5 сек. далее САУ не стабильна, поэтому будем использовать аналитический анализ САУ и синтез корректирующих звеньев.

**3 Аналитический анализ структуры САУ и синтез корректирующих звеньев**

**3.1 Аналитический расчет точности системы по управляющему и возмущающему воздействию в установившемся режиме**

Передаточной функцией звена, по какому либо воздействию называется отношение преобразования Лапласа входной величины звена, к преобразованию Лапласа рассматриваемого воздействия.

При этом все другие воздействия полагаются равными нулю, принимаются нулевыми также начальные условия.

Для звена вида

x1(t)

f(t)

x2(t)

можно ввести передаточную функцию по входной величине

 (3.1)

и передаточную функцию по возмущению

 (3.2)

Здесь - комплексная переменная,  это преобразования Лапласа (изображения) соответствующих функций, определяющихся следующим образом:



Использование формул (3.1) и (3.2) для вычисления передаточных функций не целесообразно. Они могут быть легко вычислены, если известно дифференциальное уравнение.

Преобразуем это уравнение по Лапласу, т.е. перейдем к изображению.

Согласно теоремы о линейности уравнение в развернутом виде может быть записано в следующем виде:



По теории об изображении производных: , имеем



или  (3), где  .

Решив уравнение (3.3) относительно  получим

. (3.3)

Положив найдем передаточную функцию звена по входной величине

 (3.4)

При  получим передаточную функцию по возмущающему воздействию:

 (3.5)

Исходя из вышеперечисленного, правило для определения передаточной функции звена можно записать следующим образом:

- составить дифференциальное уравнение в символической форме

- разделить формально символический многочлен, стоящий в правой части перед интересующим нас воздействием на символический многочлен в левой части

При расчете ее задающее воздействие не учитывается.

Рассмотрим систему с учетом передаточных функций элементов схемы рисунок 3.1



Рисунок 3.1 Структурная схема линейной САУ

Тогда передаточная функция разомкнутой системы будет иметь вид:

(3.6)



(3.7)



(3.8)



(3.9)



Тогда передаточная функция замкнутой нескорректированной системы будет иметь вид:

(3.10)



Расчет устойчивости методом Гурвица.

G(p) =



= 0



Все коэффициенты > 0 – одно из условий устойчивости по критерию Гурвица, но необходим дополнительный анализ устойчивости замкнутой САУ.

**3.2 Анализ устойчивости замкнутой САУ**

Чтобы оценить качество регулирования, строят кривую переходного процесса, по которой определяют точность, быстродействие, запас устойчивости.

Существует несколько путей построения кривой переходного процесса:

- решение уравнений динамики (дифференциальных уравнений) системы – вызывает вычислительные затруднения уже при порядке системы ;

- использование преобразований Фурье, Лапласа, Карсона-Хевисайда – вместо производных используются алгебраические величины, что упрощает вычисления; удобство использования в системах с известными передаточными функциями, также простота получения результата при использовании ЭВМ;

- метод ВЧХ (вещественной частотной характеристики) – графический приближенный метод (предложен В.В. Солодовниковым в 1948г.), отличается простотой и наглядностью, а также минимальными вычислительными затратами;

- экспериментальный путь.

Имея расчеты из предыдущего пункта 3.1, используем экспериментальный путь оценки качества регулирования.

(3.11)



Исходя из данной передаточной функции, построим передаточную характеристику, используя программу VisSim v6.0A.



Рисунок 3.2 Передаточная характеристика линейной замкнутой САУ,

Исходя из данной передаточной характеристики, видно, что система является неустойчивой, следовательно, необходимо ввести корректирующее звено.

**3.3 Коррекция замкнутой САУ**

Cтруктурно-параметрическая оптимизация в данном простейшем случае подразумевает введение ПИ-регулятора, что изменяет структуру САУ, и подбор его наилучших параметров.

Задача состоит в том, чтобы улучшить переходную характеристику САУ, снизить ее колебательность, и уменьшить ошибки установившегося режима.

 (3.12)

где Kp – коэффициент усиления ПИ-регулятора;

Определение постоянной времени Тр ПИ-регулятора:

Хорошим начальным приближением для коэффициента усиления kp ПИ-регулятора является значение , которое можно затем уточнить методом проб.

Переходная характеристика хорошего вида, можно попробовать несколько повысить усиление ПИ-регулятора для появления перерегулирования, меньшего 5%. Это и будет оптимальной схемой.

Построим переходную характеристику с учетом ПИ-регулятора:



Рисунок 3.3 - Переходная характеристика с учетом ПИ-регулятора

**3.4 Анализ замкнутой САУ**

Предметом анализа является качество САУ, которое характеризует ее быстродействие и ошибки регулирования. Анализ осуществляется по переходной характеристике замкнутой САУ.

Быстродействие САУ характеризуется временем регулирования tp, которое определяется моментом последнего входа переходной функции в 10% коридор около установившегося значения переходной функции. Время на запуск САУ составляет 1,9 сек, время регулирования tp составляет 0.1 сек, что соответствует заданию.

Точность регулирования в переходном режиме характеризуется показателем качества, называемым перерегулирование σ

σ = (A/hуст-1) 100% =(88/82-1) 100%=7,3%

Перерегулирование σ = 7,3%, что допустимо (по заданию σ < 25%).

Таким образом, качество регулирования рассматриваемой САУ в переходном режиме можно признать удовлетворительным.

**Заключение**

Мы исследовали САУ с заданными параметрами. При этом исходными данными являлись параметры неизменяемой части автоматической системы. А также мы произвели запуск модели и подобрали параметры моделирования.

Были выполнены анализ частотных характеристик и коррекция САУ, определили параметры настроек ПИ-регулятора

Построили переходные характеристики в разных случаях.

Перерегулирование σ = 7,3%, таким образом, качество регулирования рассматриваемой САУ в переходном режиме можно признать удовлетворительным.

**Список использованных источников**

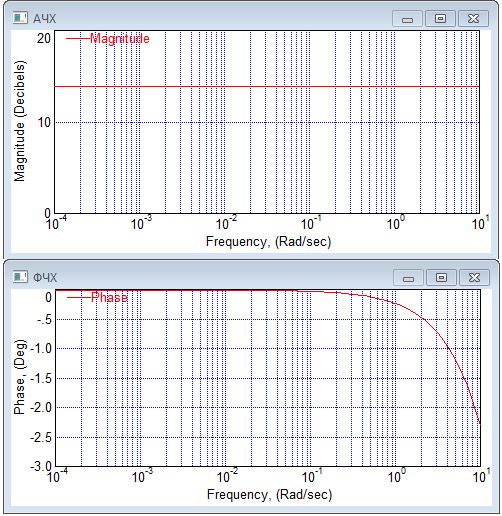
1. **Лукас В.А.** Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1990. – 416 с.
2. **Иванов А.А.** ТАУР. – М., Недра, 1970. – 352 с.
3. **Топчеев Ю.И.** Задачник по ТАУ. – М., Машиностроение, 1977.-592с.
4. **Юревич Е.И.** ТАУ. – М., Энергия, Ленинград, 1975.- 416 с.
5. **Воронова А.А**. ТАУ. ч.1. – М., Высшая школа, 1986. - 367 с.
6. **Клюев А.С.** Автоматическое регулирование. – М., Энерг., 1973. -217 с.
7. **Нетушил А.В.** ТАУ. – М., Высшая школа, 1976. – 400 с.
8. **Брюханов В.Н**. Теория автоматического управления. – М., Высшая школа, 2000. – 392 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**



Линейная характеристика разомкнутой САУ

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**



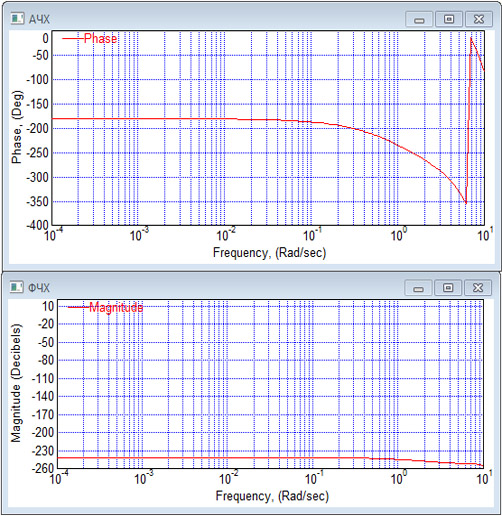
АЧХ и ФЧХ разомкнутой нескорректированной САУ

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**



Линейная схема разомкнутой линейной САУ с корректирующим элементом

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**



АЧХ и ФЧХ разомкнутой линейной САУ с корректирующим элементом

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**



Первый запуск модели замкнутой линейной САУ

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**



Передаточная характеристика линейной замкнутой САУ

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**



Переходная характеристика с учетом пропорционального звена