

Министерство образования и науки Российской Федерации
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Балаковский инженерно-технологический институт –
филиал НИЯУ МИФИ

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания к выполнению курсовой работы
для студентов направления 27.03.04 «Управление в технических системах»
всех форм обучения

Одобрено
редакционно-издательским советом
Балаковского инженерно-технологического
института

Балаково 2016

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа является важнейшей составляющей учебного процесса, в ходе выполнения которой закрепляются и углубляются умения и навыки, получаемые на лекциях, семинарах, приводятся в систему навыки самостоятельного подхода к анализу и синтезу линейных систем автоматического управления.

Курсовая работа - это самостоятельный исследовательский труд студента, выполненный на основе использования научной, учебной, методической литературы.

Учебным планом по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» предполагается выполнение курсовой работы по дисциплине «Теория автоматического управления»:

Целью курсовой работы является анализ системы автоматического регулирования с целью оценки ее устойчивости и качества, а также синтез системы с целью получения заданных показателей качества и расчет последовательного корректирующего устройства.

Она является формой итогового контроля знаний, полученных во время аудиторных занятий и самостоятельной работы. Курсовая работа является завершающим этапом изучения дисциплины «Теория автоматического управления».

При подготовке и написании курсовой работы перед студентами ставятся следующие задачи:

1. Приобрести навыки самостоятельной работы с литературой по выбранной тематике;
2. Систематизировать и закрепить теоретические знания по дисциплине;
3. Развить навыки использования специальных компьютерных программ для моделирования работы системы управления;

4. Уметь связно излагать материал, касающийся выбранной проблематики;

5. Получить навыки по подбору корректирующих устройств.

Курсовая работа выполняется каждым студентом в соответствии с полученным индивидуальным заданием и представляется на рецензирование с последующей ее устной защитой и оценкой по пятибалльной системе.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна отражать высокий уровень профессиональной подготовки, должна быть написана четким, экономически грамотным языком и правильно оформлена.

Курсовая работа имеет следующую структуру:

Титульный лист (прил. 1);

Содержание, с указанием страниц разделов;

Введение (1-2 с.);

Расчетные главы (15-20 с.);

Заключение (1-2 с.);

Список использованной литературы;

Приложения.

При написании курсовой работы необходимо выполнять следующие требования по оформлению работы:

1. Пояснительная записка выполняется на листах со штампом. Шифр в штампе выбирается согласно теме работы в соответствии с классификатором ЕСКД.

2. Заголовок главы пишется с прописными буквами с красной строки и с выравниванием по ширине. Каждая глава курсовой работы начинается с нового листа. Пункты главы, если они есть, имеют порядковую нумерацию

и нумеруются арабскими цифрами, состоящими из номера главы и номера пункта в пределах главы, например, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 и т.д. Заголовки глав или пунктов отделяются от основного текста пустой строкой. Между заголовков главы и пункта пустая строка не оставляется.

3. Страницы курсовой работы нумеруются арабскими цифрами в правом нижнем углу штампа. Титульный лист включается в общую нумерацию курсовой работы, но номер страницы на нем не проставляется.

4. Шрифт текста Times New Roman, размер – 14, междустрочный интервал – полуторный, абзацы формируются с отступом 1,25 см.

5. Все иллюстрации, кроме таблиц, являются рисунками и выравниваются по центру. Наименование иллюстрации помещается под ней с красной строки, нумерация иллюстрации является сквозной для всей курсовой работы или отдельно по главам. Пример подписи иллюстрации:

«Рисунок 1 - Наименование»

6. Таблицы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Заголовок таблиц размещается над таблицей слева. Пример оформления заголовка таблицы:

Таблица 1- Наименование

7. Формулы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией для всей курсовой работы либо по главам, например:

$$W(p) = \frac{k}{Tp + 1}, \quad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности, В/А;

T – постоянная времени, с.

8. Приложение в виде графической части к курсовой работе размещаются после списка использованной литературы. Содержания графической части приведено в Приложении 2. Графическая часть представляет собой плакаты со штампом на обратной стороне. Наименование каждого плаката согласно отображаемому на нем

материалы. Название плаката дублируется в штампе. Плакате должен иметь заполняемость на 75%. Содержание плакатов указано далее.

10. Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Источники в списке литературы должны быть указаны в алфавитном порядке в следующей последовательности:

- 1) нормативно-инструктивные материалы;
- 2) учебники, монографии, другие книги;
- 3) журнальные статьи;
- 4) газетные статьи.

Список использованных для выполнения теоретической части курсовой работы источников должен включать не менее 10 наименований.

При использовании литературы необходимо обращать внимание на дату издания - желательно использовать литературу, не старше 5 лет.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Написание курсовой работы состоит из следующих последовательных этапов: подбор и предварительное ознакомление с литературой по избранной теме; изучение отобранных литературных источников; выполнение расчетных заданий курсовой работы; составление презентации для защиты; подготовка и защита курсовой работы.

1. Во введении отражается: актуальность темы исследования, состояние исследуемого вопроса в момент выполнения, предмет и объект исследования в соответствии с полученным вариантом задачи, цель и задачи, которые следует решить в ней.

2. Основное содержание курсовой работы излагается в следующих главах.

2.1 Описание системы автоматического регулирования ... (указывается наименование системы согласно полученному варианту). В

этой главе описывается принципиальная схема выданной САР, на основании чего разрабатывается функциональная схема САР.

2.2 Разработка структурной схемы САР. В главе описываются уравнения элементов системы, составляются их передаточные функции и разрабатывается структурная схема САР.

2.3 Анализ устойчивости системы. В данной главе дается определение устойчивости и проводится обзор известных алгебраических и частотных критериев. Далее разделяя на подпункты проводится исследование с помощью:

- критерия устойчивости по Ляпунову;
- критерия Гурвица;
- критерия Михайлова;
- критерия Найквиста;
- логарифмических критериев с определением запасов устойчивости по амплитуде и фазе.

2.4 Анализ качества системы. Определяются прямые показатели качества по переходному процессу и косвенные показатели по амплитудно-частотной характеристике. В случае неустойчивой системы переходный процесс и АЧХ строятся, но показатели не определяются.

2.5 Синтез желаемой системы методом логарифмических характеристик. Дается определение желаемой системы, приводятся известные методы ее построения. Для выбранных желаемых параметров строится желаемая ЛАЧХ: в низкочастотной области с использованием метода запретных зон, в среднечастотной области – по номограммам Солодовникова, в высокочастотной области – исходя из наклонов реальной системы.

2.6 Расчет корректирующего устройства. Выполняется построение ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства путем графического вычитания из ЖЛАЧХ исходной ЛАЧХ системы.

Записывается передаточная функция корректирующего устройства. Выполняется расчет РС-цепи, с помощью которого реализуется корректирующее устройство.

2.7 Анализ скорректированной системы. Проводится исследование скорректированной системы с использованием среды моделирования Matlab/Simulink. Выполняется сравнение заданных при синтезе желаемой системы показателей и полученных в результате моделирования. По графику переходного процесса определяются прямые показатели качества, по АЧХ – косвенные, по ЛАЧХ – запасы устойчивости.

3. В заключении следует сделать общие выводы. Заключительная часть курсовой работы представляется выводами, которые в сжатом виде отражают содержание всей работы.

РЕЦЕНЗИЯ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ И ДОПУСК К СОБЕСЕДОВАНИЮ

После написания и соответствующего оформления курсовая работа сдается для рецензирования не позднее, чем за неделю до собеседования. После проверки преподавателем студент получает работу с рецензией, в которой указываются положительные стороны и недостатки работы, делается вывод о допуске (не допуске) к собеседованию.

При отрицательной рецензии студент, руководствуясь замечаниями преподавателя, должен доработать курсовую работу и снова представить на кафедру "ИУС".

К собеседованию допускаются студенты, имеющие работы с положительной рецензией. Если студент получил отрицательную рецензию или если рекомендовано доработать какой-либо раздел работы, то это должно быть сделано до собеседования и оформлено в виде вставок

в соответствующие разделы. Эти дополнения должны быть использованы при устном ответе в ходе собеседования по работе.

ВАРИАНТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Варианты курсовой работы выбирается студентом самостоятельно и согласовывается с преподавателем. Примерный перечень тем:

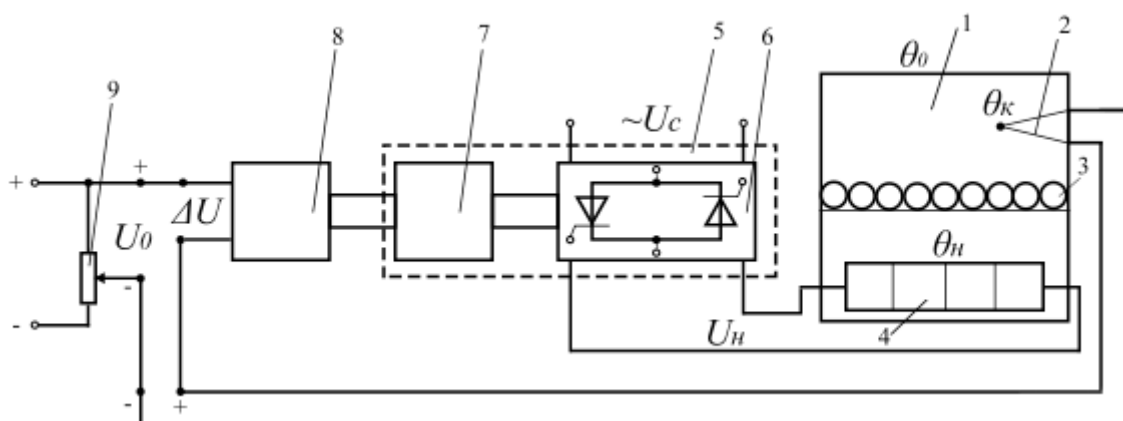
1. Система автоматического регулирования температуры в помещении.
2. Система автоматического регулирования температуры в печи.
3. Система автоматического регулирования угловой скорости электропривода постоянного тока.
4. Система автоматического регулирования температуры теплоносителя зерносушилки.
5. Система автоматического регулирования частоты синхронного генератора.
6. Система автоматического регулирования температуры воздуха в теплице.
7. Система автоматического регулирования температуры воздуха, подаваемого в зерносушилку.
8. Система автоматического регулирования температуры в атмосфере теплицы.
9. Система автоматического регулирования давления в ресивере.
10. Система автоматического регулирования угловой скорости гидротурбины.
11. Система автоматического регулирования глубины вспашки.
12. Система автоматического регулирования температуры в камере для инкубации яиц.
13. Система автоматического управления загрузки зернодробилки.

14. Система автоматического регулирования уровня в баке.
15. Система автоматического регулирования расхода в трубопроводе.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Описание системы автоматического регулирования.

Приводятся принципиальная схема выбранной системы автоматического регулирования и описывается ее работа. Рассмотрим на примере. На рисунке 1 представлена принципиальная схема системы автоматического регулирования температуры к камере для инкубации яиц.

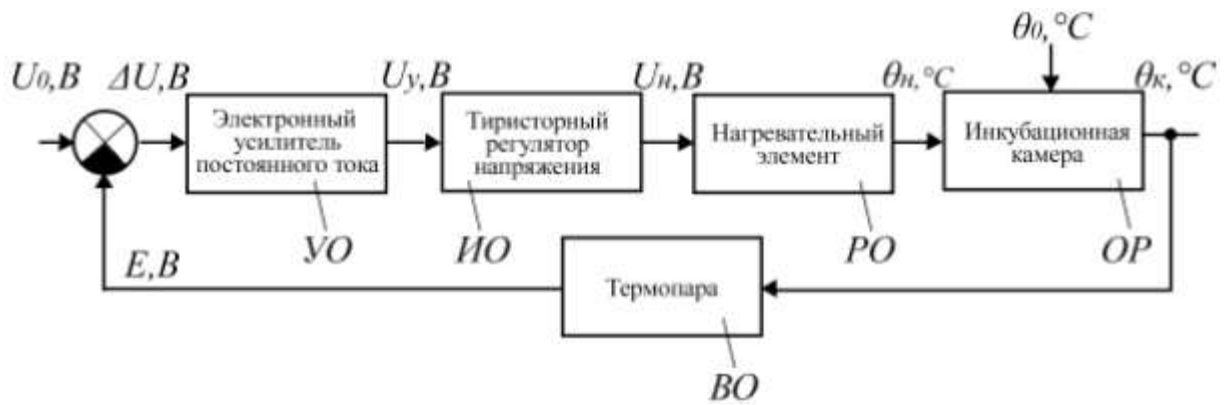


- 1 – инкубационная камера; 2 – термопара; 3 – лоток с яйцами;
 4 - нагревательный элемент; 5 – исполнительный орган – тиристорный регулятор напряжения; 6 – силовой блок; 7 – блок управления тиристорами; 8 – электронный усилитель постоянного тока; 9 – задающий резистор.

Рисунок 1 - Принципиальная схема системы автоматического

регулирования температуры в камере для инкубации яиц

На основании принципиальной схемы и изучения принципа её работы составляется функциональная схема, приведённая на рисунке 2.



ОР – объект регулирования; РО – регулирующий орган;
 ИО – исполнительный орган; УО – усилительный орган;
 СО – сравнивающий орган; ВО – воспринимающий орган

Рисунок 2 – Функциональная схема САР температуры в камере

В обязательном порядке указываются входные и выходные величины каждого блока с единицей измерения.

2. Разработка структурной схемы САР.

Для разработки структурной схемы необходимо получить выражения для передаточных функций элементов, входящих в систему. Для этого могут быть использованы уравнения, описывающие динамику работы каждого элемента, из которых определяются передаточные функции. Для рассматриваемого примера составляется математическая модель САР температуры в инкубаторе в виде системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} T_k \frac{d\theta_k}{dt} + \theta_k &= k_k \theta_k + k_0 \theta_0; \\ T_T \frac{dE}{dt} + E &= k_T \theta_k; \\ \Delta U &= U_0 - E; \\ U_y &= k_\Delta \Delta U; \\ U_n &= k_{TP} U_y; \\ P_n &= \frac{U_n^2}{R}; \\ T_n \frac{d\theta_n}{dt} + \theta_n &= k_n P_n + \theta_k. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для рассматриваемой САР передаточные функции на основе

уравнений примут вид:

$$\left. \begin{aligned}
 W_{к.р}(p) &= \frac{\theta_к(p)}{\theta_н(p)} = \frac{k_к}{T_кp + 1} - \text{ПФ камеры инкубатора по} \\
 &\text{регулирующему воздействию;} \\
 W_{к.в}(p) &= \frac{\theta_к(p)}{\theta_о(p)} = \frac{k_о}{T_кp + 1} - \text{ПФ камеры по возмущающему} \\
 &\text{воздействию;} \\
 W_T(p) &= \frac{E(p)}{\theta_к(p)} = \frac{k_T}{T_Tp + 1} - \text{ПФ термопары;} \\
 W_{н1}(p) &= \frac{\theta_н(p)}{P(p)} = \frac{k_н}{T_нp + 1} - \text{ПФ нагревателя по каналу} \\
 &\text{мощности } P; \\
 W_{н2}(p) &= \frac{\theta_н(p)}{\theta_к(p)} = \frac{1}{T_нp + 1} - \text{ПФ нагревателя по каналу} \\
 &\text{температуры } \theta_к; \\
 W_p(p) &= \frac{\Delta P(p)}{\Delta U_н(p)} = k_p - \text{ПФ соответствующая линеаризи} - \\
 &\text{рованному уравнению (2.17);} \\
 W_y(p) &= \frac{U_y(p)}{\Delta U(p)} = k_y - \text{ПФ электронного усилителя;} \\
 W_{тр}(p) &= \frac{U_н(p)}{U_y(p)} = k_{тр} - \text{ПФ тиристорного регулятора} \\
 &\text{напряжения,}
 \end{aligned} \right\} (3)$$

Описываются все величины, входящие в уравнения. Приводятся численные значения всех параметров. Составляется структурная схема (рис.3).

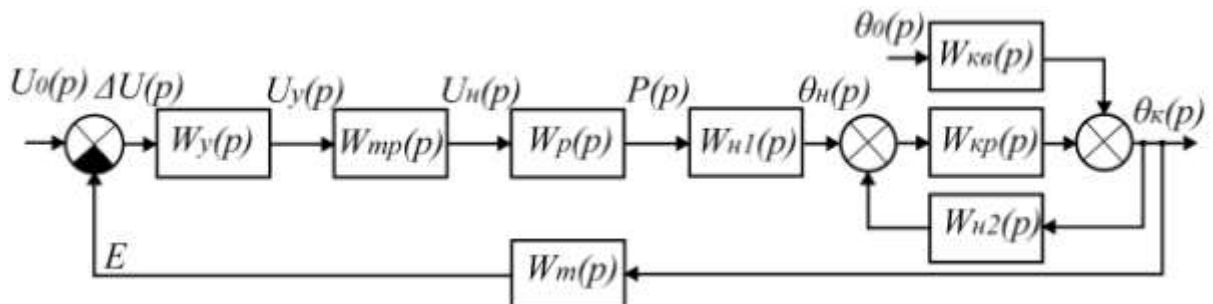


Рисунок 3 – Структурная схема САР температуры в камере

3. Анализ устойчивости системы.

Для анализа устойчивости системы рассчитываются передаточные функции замкнутой и разомкнутой системы. Определяется характеристическое уравнение, которым является полином знаменателя передаточной функции замкнутой системы. Полученные выражения используются при исследовании устойчивости различными критериями.

Критерий устойчивости Ляпунова заключается в следующем: для устойчивости линейной автоматической системы управления необходимо и достаточно, чтобы действительные части всех корней характеристического уравнения системы были отрицательными. Рассчитываются корни и отмечаются на комплексной плоскости.

Критерий устойчивости Гурвица формулируется следующим образом: для того, чтобы система автоматического управления была устойчива, необходимо и достаточно, чтобы все определители Гурвица имели знаки, одинаковые со знаком первого коэффициента характеристического уравнения a_0 , т.е. при $a_0 > 0$ были положительны. Рассчитываются определители Гурвица и делается вывод об устойчивости системы в зависимости от их знака.

Формулировка критерия Михайлова: САУ описываемая уравнением n -ого порядка будет устойчива, если при изменении частоты $\omega(0 \rightarrow \infty)$ характеристический вектор системы повернётся против часовой стрелки на угол $n\pi/2$ не обращаясь в ноль. Это значит, что характеристическая кривая устойчивой системы n -ого порядка должна при изменении частоты $\omega(0 \rightarrow \infty)$ пройти последовательно через n квадрантов.

Формулировка критерия Найквиста: замкнутая система будет устойчива, если годограф АЧХ разомкнутой системы $W(j\omega)$ не пересекает отрезок $(-\infty; -1)$, т.е. не охватывает критическую точку $(-1; j0)$.

Формулировка логарифмического критерия устойчивости: САУ в разомкнутом состоянии будет устойчива, если частота среза ЛАЧХ меньше частоты, при которой ФЧХ достигает значения $-\pi$, т.е. при

положительных значениях ЛАЧХ до частоты среза ФЧХ не должна достигнуть угла в $-\pi$.

Запасы устойчивости определяются по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы. Для определения запаса устойчивости по амплитуде выполняются следующие действия:

1) По ЛФЧХ находится частота, при которой ЛФЧХ пересекает прямую $-\pi$.

2) Определяется значение ЛАЧХ в этой частоте и записывается запас по амплитуде, как величина отрезка между этой точкой и осью частот.

Для определения запаса устойчивости по фазе:

1) Определяется частота, в которой ЛАЧХ пересекает 0.

2) Определяется значение ЛФЧХ при найденной частоте.

3) Запас устойчивости по фазе определяется, как величина отрезка между данной точкой и прямой $-\pi$.

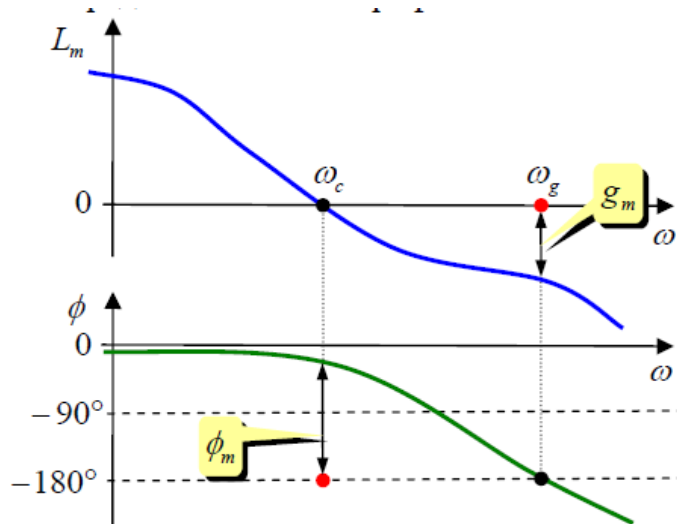


Рисунок 4 – Определение запасов устойчивости

Запас по амплитуде может быть равен бесконечности, если фазовая характеристика не пересекает линию -180° .

4. Анализ качества системы.

Определяются прямые показатели качества по переходному процессу

и косвенные показатели по амплитудно-частотной характеристике. По переходному процессу определяются:

- установившееся значение переходного процесса $h_{уст}$ и ее значения с погрешностью $\pm 5\%$ (пятипроцентная трубка);

- максимальное значение выходной величины h_{MAX} ;

- время регулирования t_p – время вхождения в пятипроцентную трубку;

- перерегулирование:

$$\sigma = \left| \frac{h_{max} - h_{уст}}{h_{уст}} \right| \cdot 100\% ;$$

При наличии колебательного процесса возможно определение и других показателей, таких как количество колебаний и степень затухания.

По АЧХ определяются следующие показатели:

- показатель колебательности M , определяемый как отношение максимального значения АЧХ A_{MAX} к ее значению при $\omega = 0$;

– резонансная частота ω_P , при которой АЧХ имеет максимум (близка к частоте колебаний в переходном процессе);

- частота среза ω_{CP} – частота, соответствующая условию $|W(j\omega_{CP})|=A(\omega_{CP})=1 \cdot A(0)$ или $L(\omega_{CP})=0$ (по ЛАЧХ).

- частота, соответствующая полосе пропускания ω_n замкнутой системы ω), определяемая из условия $A(\omega_n)=0,707 \cdot A(0)$.

5. Синтез желаемой системы методом логарифмических характеристик.

Желаемой называют асимптотическую ЛАЧХ разомкнутой системы имеющей желаемые статические и динамические свойства. Строится ЖЛАЧХ на основании требований к системе:

1) В низких частотах учитываются требования к точности системы в статическом режиме.

2) В диапазоне средних частот учитываются динамические характеристики объекта при ступенчатом входном воздействии (время регулирования и перерегулирование).

3) Диапазон высоких частот не влияет на статику, а определяет динамические характеристики объекта при быстроизменяющемся входном воздействии. На практике такие воздействия редко используются, поэтому наклоны ЛАЧХ в ВЧ области строят параллельно наклонам (асимптотам) высокочастотного участка ЛАЧХ исходной разомкнутой системы.

Построение необходимо выполнить на одном графике с исходной ЛАЧХ разомкнутой системы.

В области низких частот строится запретная зона, обеспечивающая выполнение требований точности при заданных скорости и ускорении входного сигнала. Координаты рабочей точки:

$$A\left(\omega, 20 \log \frac{(q')^2}{q''\delta}\right); \omega = \frac{q''}{q'}$$

где q' - скорость изменения входного сигнала;

q'' - ускорение изменения входного сигнала;

δ - допустимая ошибка.

$$q'' = (0.1 \div 0.01)q'$$

Данная точка отмечается на ЛАЧХ и через неё проводится наклон минус 20 Дб/дек. Ниже данной прямой находится запретная зона, в которую при построении желаемой ЛАЧХ нельзя попадать.

Построение среднечастотной асимптоты ЖЛАЧХ начинают с выбора частоты среза. Для этого задаются желаемым временем регулирования и перерегулирования. По номограмме Солодовникова определяется частота среза желаемой ЛАЧХ. Номограмма представлена на рисунке 5. Если частота среза в результате расчетов попала в запретную зону, то ее необходимо сдвинуть на границу данной зоны. Фактически это означает, что предъявленные требования к точности и быстродействию не

выполняется и приходится изменять показатели желаемого переходного процесса с целью обеспечения точности работы системы.

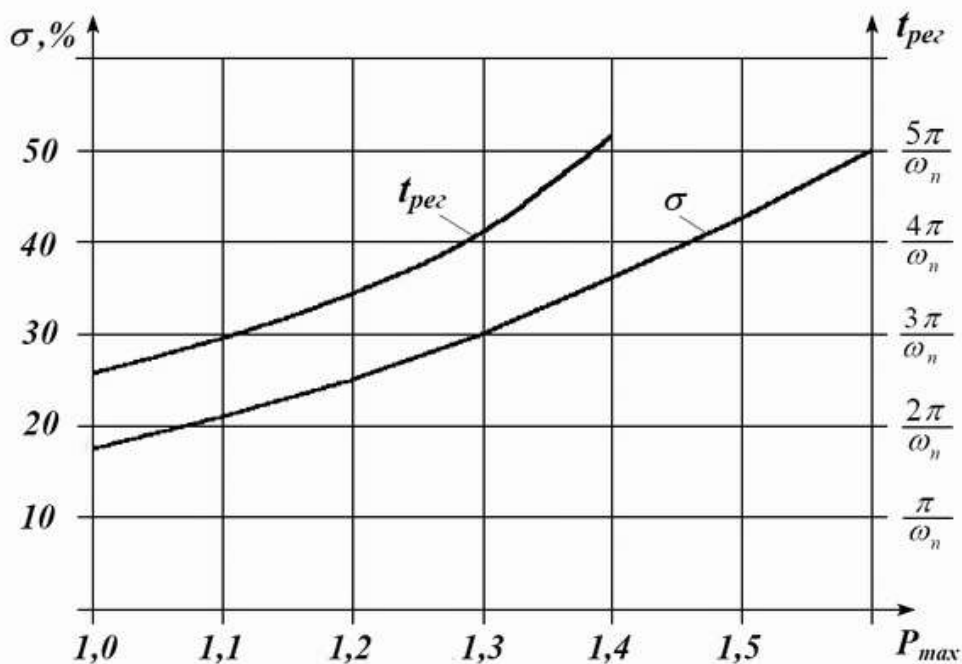


Рисунок 5 – Номограмма Солодовникова

Через найденную частоту среза проводится прямая -20 дБ/дек.

Ширина среднечастотной области как минимум (может и больше) определяются прямыми, откладываемыми параллельно оси частот на уровне:

$$L_1 = 20 \log \left(\frac{M}{M-1} \right); L_2 = 20 \log \left(\frac{M}{M+1} \right) \quad (4)$$

где M – заданный показатель колебательности.

В высокочастотной области дублируются наклоны исходной ЛАЧХ.

Пример построения логарифмических характеристик, включая ЛАЧХ корректирующего устройства представлен на рисунке 6.

6. Расчет корректирующего устройства. Выполняется построение ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства путем графического вычитания из ЖЛАЧХ исходной ЛАЧХ системы. Записывается передаточная функция корректирующего устройства. Для дальнейшей реализации корректирующего устройства выделяются

типовые звенья передаточной функции КУ (апериодические и форсирующие) и ПИД-регулятор (или его части).

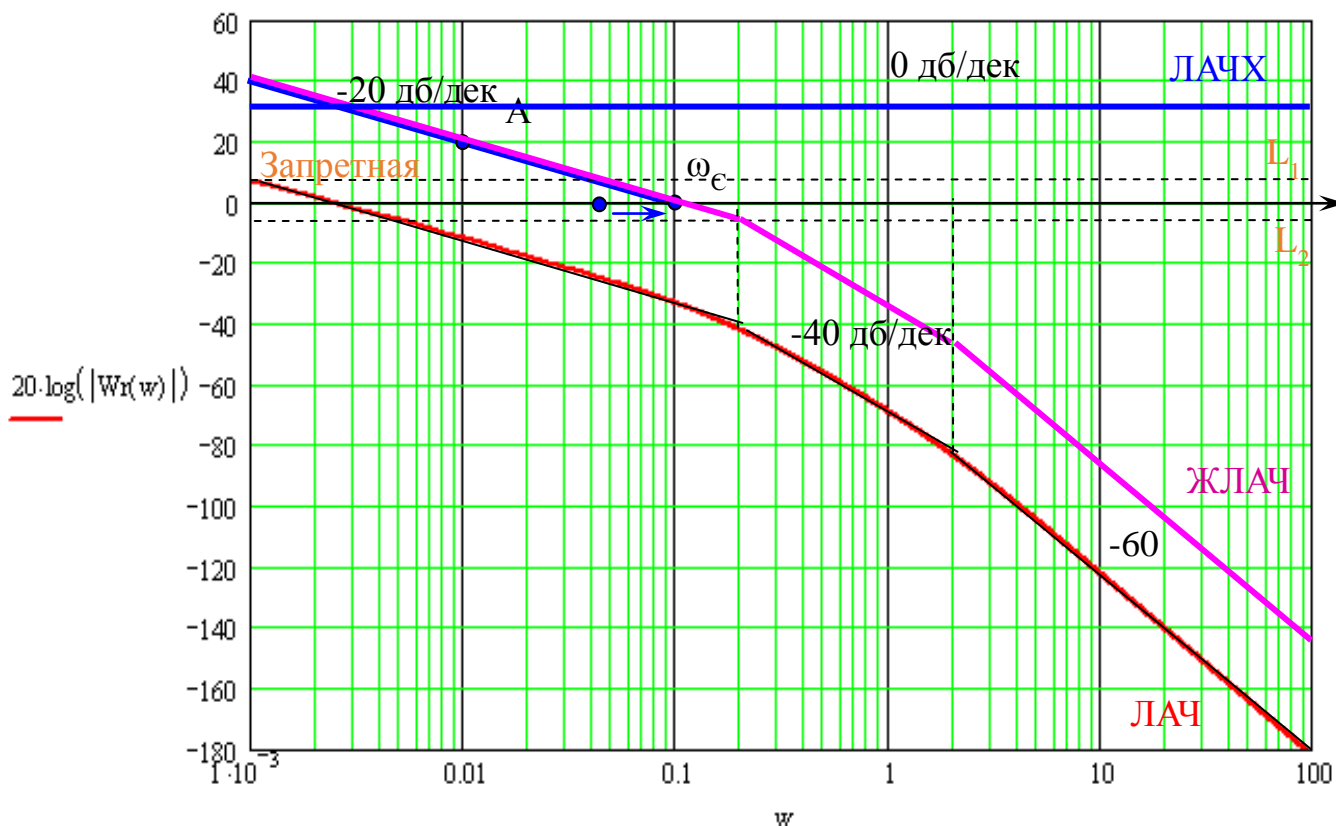


Рисунок 6 – Логарифмические амплитудно-частотные характеристики

Например, передаточная функция КУ может быть представлена как последовательное соединение двух звеньев (что соответствует произведения их передаточных функций):

$$W_{\text{ПИ}}(p) = K_{\text{п}} \frac{T_1 p + 1}{T_1 p}$$

$$W_{\text{RC}}(p) = K \frac{T_1 p + 1}{T_2 p + 1}$$

Первой частью электрической цепи последовательного корректирующего устройства является ПИ-регулятор. Схема цепи ПИ-регулятора представлена на рисунке 7. Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид:

$$W_{\text{ПИ}}(p) = K_{\text{п}} \frac{T_1 p + 1}{T_1 p} \tag{5}$$

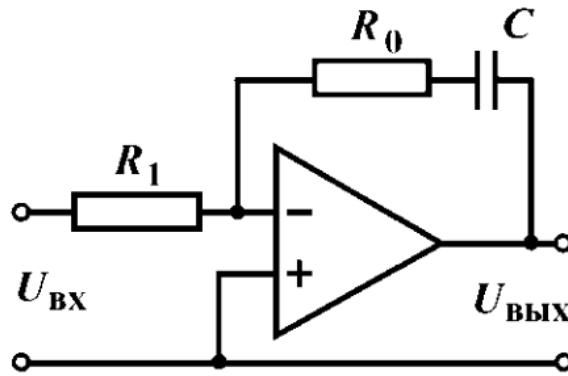


Рисунок 7 - Схема электрической цепи ПИ-регулятора

Коэффициенты передаточной функции ПИ-регулятора рассчитываются по следующим формулам:

$$\begin{cases} K_{\text{п}} = \frac{R_0}{R_1}, \\ T_1 = CR_0 \end{cases} \quad (6)$$

Задачей в данном случае является определение значений сопротивлений R_0 и R_1 , а также конденсатора C . Величины $K_{\text{п}}$ и T_1 известны и ПФ. Задается одна из величин, например, емкость $C=0,1$ мкФ, далее определяются R_0 и R_1 . Желательно, чтобы значения сопротивлений находились в диапазоне 20..100 кОм.

Второй частью электрической цепи последовательного корректирующего устройства является RC-цепь. Схема цепи RC-цепи представлена на рисунке 8. Передаточная функция RC-цепи имеет вид:

$$W_{RC}(p) = K \frac{T_1 p + 1}{T_2 p + 1} \quad (7)$$

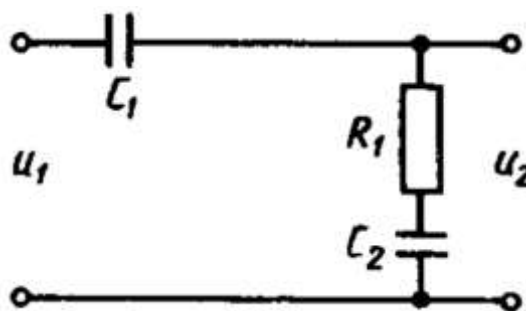


Рисунок 8 - Схема электрической RC-цепи

Коэффициенты передаточной функции RC-Цепи рассчитываются по

следующим формулам:

$$\begin{cases} K = \frac{1}{1 + \frac{C_2}{C_1}} \\ T_1 = C_2 R_1 \\ T_2 = \frac{1}{1 + \frac{C_2}{C_1}} T_1 \end{cases}, \quad (8)$$

Аналогично поступают и в данном случае.

2.7 Анализ скорректированной системы. Проводится исследование скорректированной системы с использованием среды моделирования Matlab/Simulink. Выполняется сравнение заданных при синтезе желаемой системы показателей и полученных в результате моделирования. По графику переходного процесса определяются прямые показатели качества, по АЧХ – косвенные, по ЛАЧХ – запасы устойчивости.

Для наглядности проведенного синтеза с целью улучшения качества работы системы необходимо совместить графики переходных процессов исходной и скорректированной систем (рисунок 9).

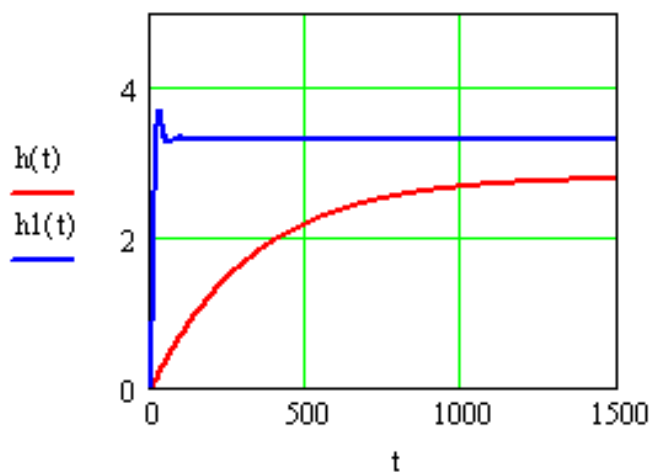


Рисунок 9 – Переходные процессы исходной и скорректированной систем

В заключении выполняются выводы по каждому этапу проделанной работы.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Подведение итогов включает следующие этапы: сдачу курсовой работы на проверку руководителю; доработку курсовой работы с учетом замечаний руководителя; сдачу готовой работы на защиту; защиту курсовой работы.

Срок сдачи работы на проверку руководителю определяется заданием на курсовую работу, но не позднее, чем за две недели до окончания учебных занятий в семестре.

Срок доработки работы, если в этом есть необходимость, устанавливается руководителем курсовой работы с учетом времени на устранение замечаний.

Готовая работа подписывается студентом на титульном листе и представляется на защиту. Курсовая работа, удовлетворяющая предъявленным требованиям, допускается руководителем к защите, что и удостоверяется его подписью на титульном листе.

Защита курсовой работы организуется в день и час, устанавливаемый руководителем.

Защита курсовой работы проводится публично в присутствии студенческой группы и представляет собой краткий доклад студента в форме презентации перед комиссией. На доклад отводится 7-8 минут. Доклад студента включает демонстрацию слайдов, на которые выносятся информация по проведенному исследованию и синтезу системы автоматического регулирования.

Рекомендуется выносить на слайды следующую информацию:

- 1 слайд - Принципиальная и функциональная схема САР;
- 2 слайд – Разработка структурной схемы (с отражением передаточных функций всех элементов и расчетом ПФ замкнутой и разомкнутой систем);

3 слайд – Алгебраические критерии устойчивости (критерия Ляпунова и Гурвица);

4 слайд – Частотные критерии устойчивости (Михайлова, Найквиста, логарифмические критерии устойчивости);

5 слайд – Анализ качества системы (переходный процесс и АЧХ);

6 слайд – Синтез желаемой системы (ЛАЧХ исходной, желаемой системы и корректирующего устройства);

7 слайд – Расчет корректирующего устройства;

8 слайд – Анализ скорректированной системы.

Оценка по курсовой работе выставляется студенту по результатам оценки уровня самостоятельности, активности при выполнении работы и с учетом качества выполненной работы, а также по результатам оценки доклада при защите курсовой работы и ответов на вопросы.

Студент, защитивший курсовую работу, допускается к сдаче экзамена по дисциплине «Теория автоматического управления».

При неудовлетворительной защите студентом курсовой работы руководитель решает вопрос о возможности его повторной защиты.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Ощепков А. Ю. Система автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учеб. пособие / А. Ю. Ощепков. - Москва: Лань, 2013. - 208 с. (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)
2. Скоробогатова Т.Н. Лабораторный практикум по «Теории автоматического управления» Часть 1: учеб.-методическое пособие/Т.Н. Скоробогатова, О.А. Комлева. Саратов: СГТУ, 2013, 80с.

3. Скоробогатова Т.Н. Лабораторный практикум по «Теории автоматического управления» Часть 2: учеб.-методическое пособие/Т.Н. Скоробогатова, О.А. Комлева. Саратов: СГТУ, 2014, 80с.

Дополнительная:

4. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB / А. Р. Гайдук , В. Е. Беляев , Т. А. Пьявченко . - Москва : Лань, 2011. - 464 с. (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)
5. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления: учеб. пособие / А. А. Первозванский. - Москва : Лань, 2010. - 624 с. (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)
6. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - Москва : Лань, 2010. - 218 с. (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)
7. Зубов В. И. Лекции по теории управления : учеб. пособие / В. И. Зубов. - Москва: Лань, 2009. - 495 с. (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)
8. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А. П. Лукинов. - Москва : Лань, 2012. (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)
9. Игнатъев А. А. Основы ТАУ. Учеб. пособ. В 2 ч. Ч.2.-С.:СГТУ.- 2011.-60 с.
- 10.Игнатъев А. А. Основы ТАУ. Учеб. пособ. В 2 ч. Ч. 1.-С.:СГТУ.- 2009.-96 с.
- 11.Лисицкий Л. А. Лаб. Практикум по ТАУ (линейные системы).-Учеб. пособ.-С.:СГТУ.-2010.-136 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
Требования к оформлению курсовой работы	3
Содержание курсовой работы	5
Рецензия на курсовую работу и допуск к защите	7
Варианты курсовой работы	8
Порядок выполнения курсовой работы	9
Организация защиты курсовой работы	20
Литература	21
Приложение 1	24
Приложение 2	25

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Балаковский инженерно-технологический институт — филиал
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет Атомной энергетики и технологий

Направление Управление в технических системах

Кафедра «Информатика и управление в технических системах»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине

Теория автоматического управления

«Анализ и синтез системы автоматического регулирования»

Выполнил студент группы
УПТС-41

Допущен к защите
Руководитель КР
Мефедова Ю.А. _____
« ____ » _____ 201_ г.

Защитил с оценкой

Мефедова Ю.А. _____
« ____ » _____ 201_ г.

Балаково 201_

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Графическая часть

1	Схема системы автоматического регулирования температуры в камере для инкубации яиц	38
2	Разработка структурной схемы системы	39
3	Анализ устойчивости системы	40
4	Показатели качества системы	41
5	Логарифмические амплитудно-частотные характеристики исходной и желаемой систем	42
6	Расчёт корректирующего устройства	43
7	Анализ скорректированной системы	44
8	Моделирование системы	45

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания к выполнению курсовой работы
для студентов направления 27.03.04 «Управление в технических системах»
всех форм обучения

Составила Мефедова Юлия Александровна

Рецензент Г.М. Садчикова

Редактор Л.В. Максимова

Подписано в печать

Бумага тип.

Тираж 100 экз.

Усл. печ. л. 1,5

Заказ

Формат 60x84 1/16

Уч.-изд.л. 1,25

Бесплатно

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ

Типография БИТИ НИЯУ МИФИ

413853, г. Балаково, ул. Чапаева, 140