

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТУРА СИСТЕМЫ ПОДЧИНЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Методические указания к выполнению практических
работ по дисциплине «Системы управления электроприводов»
для студентов направления 140600

Томск 2007

Цель работы: получение навыков решения задачи оптимизации контура регулирования многоконтурных систем подчиненного регулирования координат, определение типовых технических настроек и формирование навыков исследования статических и динамических характеристик оптимизированного контура как системы автоматического регулирования.

1. Описание объекта исследования

Обобщенная структурная схема отдельного контура регулирования приведена на рис. 1, где приняты следующие обозначения:

$W_{\text{рег}}(p)$ – передаточная функция регулятора;

$W_1(p), W_2(p)$ – передаточные функции объекта регулирования;

$W_{\text{ф.вх}}(p)$ – передаточная функция фильтра на входе;

$k_{\text{оу}}$ – коэффициент обратной связи контура;

$x(t)$ – управляющее воздействие;

$z(t)$ – возмущающее воздействие;

$y(t)$ – выходная координата.

Варианты структурного состава и параметров объекта управления приведены в табл. 1. Задачей оптимизации является выбор типа регулятора и определение его параметров, определение необходимости включения фильтра на входе контура, выбор его передаточной функции и параметров.

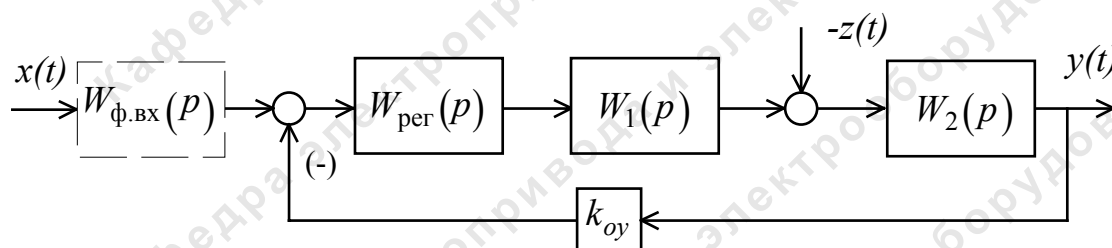


Рис. 1. Структурная схема САУ

2. Описание рабочего места

Работа выполняется с использованием аналитических методов и методов математического моделирования на базе имитационных моделей контуров регулирования, составленных по заданным структурным схемам и параметрам элементов контуров. Модели реализуются на основе стандартного (*CLASSIC, DORA, MATLAB*) и специализированного (*LACH, REPSEP*) программного обеспечения.

Таблица 1

Параметры объекта регулирования

№ варианта	Передаточные функции		Параметры				U _{макс}
	$W_1(p)$	$W_2(p)$	k_1	T_1	k_2	T_2	
1	$\frac{k_1}{T_1 \cdot p + 1}$	$\frac{k_2}{T_2 \cdot p + 1}$	88	0.002	0.7	0.01	50
2					1.0	0.07	100
3					1.6	0.01	100
4					1.7	0.011	100
5					3.3	0.012	100
6			161		2	0.03	400
7					2.5	0.02	400
8					4	0.015	400
9					10	0.015	800
10					10	0.0225	800
11	$\frac{k_1}{T_1 \cdot p + 1}$	$\frac{k_2}{T_2 \cdot p}$	5	0.004	1.2	0.125	200
12					1.3	0.1	200
13					1.5	0.08	200
14					1.7	0.15	200
15					1.8	0.2	150
16			10		0.9	0.3	150
17					1.0	0.125	150
18					1.1	0.15	100
19					1.2	0.2	100
20					1.3	0.3	100

3. Программа работы

1. Записать выражения для передаточных функций разомкнутой системы по управлению $W_{p,y}(p)$ и возмущению $W_{p,v}(p)$, разомкнутой системы $W_p(p)$, замкнутой системы по управлению $W_{z,y}(p)$ и возмущению $W_{z,v}(p)$.

Принять $x_{\max} = 10$; $k_{oy} = \frac{x_{\max}}{y_{\max}}$.

2. Рассчитать и построить статическую характеристику по управлению $Y = f(X)$ при $Z = 0$

$$Y = W_{z,y}(p)|_{p=0} \cdot X.$$

Результаты свести в табл. 2 и представить в виде графика. **Принять** $W_{\text{рег}}(p) = k_{\text{рег}} = 1$.

Таблица 2
Статическая характеристика по управлению

X	0	$X_{\max} = 10$
Y		

3. Рассчитать и построить семейство статических характеристик по возмущению $Y = f(Z)$ при $X = \text{var}$

$$Y = W_{z,y}(p)|_{p=0} \cdot X - W_{z,v}(p)|_{p=0} \cdot Z.$$

Результаты свести в табл. 3 и представить в виде графика. **Принять** $W_{\text{рег}}(p) = k_{\text{рег}} = 1$.

Таблица 3
Статические характеристики по возмущению

	$X = 10$	$X = 5$	$X = 1$	$X =$	$X = 0$
Z	0	0	0	0	0
Y				0	

4. Определить величину статической ошибки по управлению при $Z = 0$

$$\Delta Y_y = Y_{\text{зад}} - Y = \frac{1}{k_{oy}} \cdot X_{\text{зад}} - W_{z,y}(p)|_{p=0} \cdot X_{\text{зад}},$$

и величину статической ошибки по возмущению при $X=0$

$$\Delta Y_v = W_{z,v}(p)|_{p=0} \cdot Z.$$

Оценить диапазон регулирования.

5. Оптимизировать контур по управлению с применением типовой методики оптимизации:

- 5.1. Выбрать тип регулятора и определить параметры его настройки;
- 5.2. Записать выражения для передаточных функций разомкнутого контура $W_p(p)$ и замкнутого оптимизированного контура по управлению $W_{з.у}(p)$ и возмущению $W_{з.в}(p)$.
- 5.3. Определить ожидаемые показатели качества работы контура по управлению. Результаты свести в табл.4.

Таблица 4

Показатели переходных процессов контура по управлению

$t_{py1}^{(5)}$, с	$t_{py2}^{(5)}$, с	σ , %	$\Delta u_{ст.у}$
<i>Ожидаемые показатели</i>			
<i>Результаты моделирования</i>			

6. Рассчитать и построить статические характеристики замкнутого оптимизированного контура по управлению $Y = f(X)$ (табл. 5) и по возмущению $Y = f(Z)$ (табл. 6). Сравнить результаты с результатами, полученными в п. 2 и 3.

Таблица 5

Статическая характеристика по управлению

X	0	$X_{\max} = 10$
Y		

Таблица 6

Статические характеристики по возмущению

	$X = 10$	$X = 5$	$X = 1$	$X =$
Z	0	0	0	0
Y				

7. Набрать имитационную модель оптимизированного контура по структурной схеме рис. 1 с учетом выбранного регулятора.

8. Снять кривые переходных процессов для выходной координаты $y(t)$ и ошибки $\Delta y(t)$ контура при ступенчатом управляющем воздействии $x(t) = const$ и $z=0$. Определить качественные показатели и свести их в табл. 4. Оценить влияние численного значения скачка задания на характер и параметры переходного процесса $y(t)$.

9. Снять кривые переходных процессов для выходной координаты $y(t)$ и ошибки $\Delta y(t)$ контура при ступенчатом возмущающем воздействии $z(t) = const$ и $x=0$. Определить качественные показатели и свести их в табл.

7. Оценить влияние численного значения скачка возмущающего воздействия на характер и параметры переходного процесса $y(t)$.

Таблица 7

Показатели качества переходных процессов по возмущению

$t_{рв}^{(10)}$	$\Delta u_{в.макс}$	$\Delta u_{ст.в}$

10. Получить ЛЧХ разомкнутого контура и определить запасы устойчивости по модулю и фазе оптимизированного контура. Результаты свести в табл. 8.

11. Получить ЛЧХ замкнутого контура по управлению и определить полосу пропускания по модулю и фазе (табл. 8).

Таблица 8

Частотные показатели качества

Запас устойчивости		Полоса пропускания	
по модулю ΔL , дБ	по фазе $\Delta \phi$, град	по модулю $\Delta \omega_{п}^{(м)}$, рад/с	по фазе $\Delta \omega_{п}^{(м)}$, рад/с

12. Получить ЛЧХ замкнутого контура по возмущению. Объяснить полученные результаты.

13. Повторить п. 8 при ступенчатом управляющем воздействии $x(t)=const$ возмущении $z(t)=const$. Найти и объяснить связь полученных показателей качества с результатами, полученными в п. 8 и 9.

14. Снять кривые переходных процессов для выходной координаты $y(t)$ и ошибки $\Delta y(t)$ контура при линейном управляющем воздействии $x(t) = x_0 \cdot t$ и $z=0$. Определить качественные показатели. Оценить влияние численного значения скорости изменения входного воздействия x_0 на характер и параметры переходного процесса $y(t)$, $\Delta y(t)$.

15. Повторить п. 13 при возмущении $z(t)=const$. Найти и объяснить связь полученных показателей качества с результатами, полученными в п. 13.

16. Повторить п. 14 при гармоническом управляющем воздействии $x(t) = x_0 \cdot \sin(\omega_y \cdot t)$ и $z=0$. Определить качественные показатели.

17. При гармоническом управляющем воздействии $x(t) = x_m \cdot \sin(\omega_y \cdot t)$ при $x_m = const$ и $\omega_y = var$ экспериментально снять и построить амплитудную и фазовую частотные характеристики замкнутого

контура в обычном $A(\omega)$ и логарифмическом масштабе $L(\omega)$, $\varphi(\omega)$ (табл. 9). Определить показатели качества.

Таблица 9

Амплитудная и фазовая частотные характеристики по управлению

ω_y , рад/с	10	100	...		
$y_m(\omega)$					
$A(\omega) = \frac{y_m(\omega)}{x_m(\omega)}$					
$20 \cdot \lg A(\omega)$, дБ					
$\varphi(\omega)$, град					

18. При гармоническом возмущающем воздействии $z(t) = z_m \cdot \sin(\omega_y \cdot t)$ при $z_m = const$ и $\omega_y = var$ экспериментально снять и построить ЛЧХ замкнутого контура (табл. 10). Сравнить их вид с ЛЧХ для управляющего воздействия и объяснить.

Таблица 10

Амплитудная и фазовая частотные характеристики по возмущению

ω_y , рад/с	10	100	...		
$y_m(\omega)$					
$A(\omega) = \frac{y_m(\omega)}{z_m(\omega)}$					
$20 \cdot \lg A(\omega)$, дБ					
$\varphi(\omega)$, град					

19. Оценить влияние неправильного выбора параметров регулятора (или неправильного определения параметров объекта) на качество работы оптимизированного контура. Провести исследования при условии, что каждый из параметров регулятора при постоянных значениях параметров объекта или параметры объекта при оптимальных параметрах регулятора могут принимать одно из следующих значений в относительных единицах: 0.5, 1, 2. Объяснить полученные результаты.

20. Оценить влияние насыщения регулятора на характер и качество переходных процессов (принять $|U_{рег}| \leq 10V$). Повторить исследования по п. 8, 9, 16, 17. Сделать выводы.

21. Предложить другие методы оптимизации и провести исследования, подтверждающие эффективность предложенных настроек.