## Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

# САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра Систем Управления и Информатики Группа <u>Р3340</u>

# Лабораторная работа №7 "Анализ точности систем управления" Вариант - 11

Выполнил	(п					
		(фамилия, и.о.)				
Проверил		(фамилия, и.о.)	(подпись)			
""	20г.	Санкт-Петербург,	20г.			
Работа выполнена	, с оценкой					
Дата защиты "	_"	20г.				

Цель работы: Исследование точностных свойств систем управления.

Исходные данные Ниже в таблице 1 представленны параметры системы и возмущающих воздействий.

Таблица 1 – Исходные данные.

	W(s)	g = A	g = Vt	$g = at^2/2$	Вариант схемы	$f_1$	$f_2$	Сигнал задания
$\overline{0}$	$\frac{1}{.5s^2 + s + 1}$	2	2t	$0.45t^2$	г)	-0.5	0,25	$0.3t + 2\sin\left(0.8t\right)$

## 1 Исследование системы с астатизмом нулевого порядка

Задана замкнутая система с регулятором H(s) = k и передаточной функцией разомкнутого контура

$$W(s) = \frac{1}{0.5s^2 + s + 1} \tag{1}$$

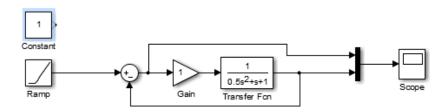


Рисунок 1 – Схема моделирования

## 1.1 Исследование стационарного режима работы при $\mathbf{g}(\mathbf{t}) = 2$

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + H(s)W(s)}G(s) = \lim_{s \to 0} s \frac{1}{1 + \frac{k}{0.5s^2 + s + 1}} \frac{2}{s} = \lim_{s \to 0} \frac{s^2 + 2s + 2}{0.5s^2 + s + 1 + k} = \frac{2}{1 + k}$$
(2)

таким образом, найдём ощибки для различных значений k:  $\varepsilon=1(k=1), \varepsilon=0.33(k=5), \varepsilon=0.18(k=10)$ 

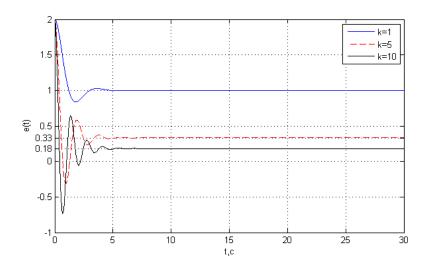


Рисунок 2 – Графика ошибки e(t)

#### 1.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью при $\mathbf{g}(\mathbf{t}) = 2\mathbf{t}$

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + H(s)W(s)}G(s) = \lim_{s \to 0} s \frac{1}{1 + \frac{k}{0.5s^2 + s + 1}} \frac{2}{s^2} = \lim_{s \to 0} \frac{0.5s^2 + s + 1}{0.5s^2 + s + 1 + k} \frac{2}{s} = \infty$$
 (3)

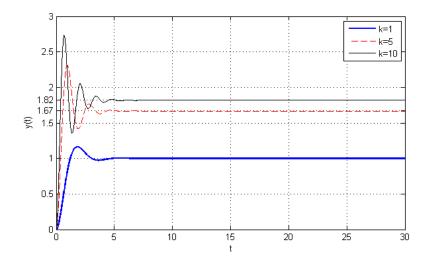


Рисунок 3 – Графика переходных процессов

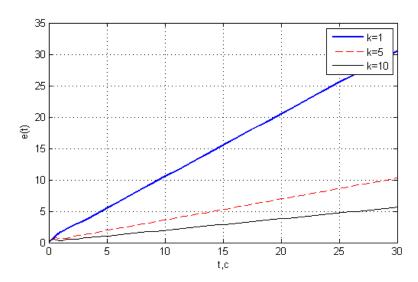


Рисунок 4 – Графика ошибки e(t)

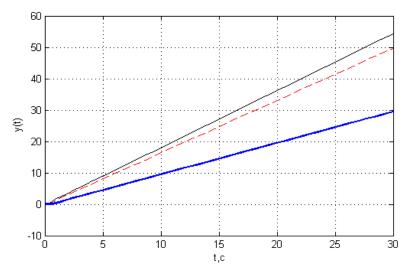


Рисунок 5 — Графика переходных процессов

# 2 Исследование системы с астатизмом первого порядка.

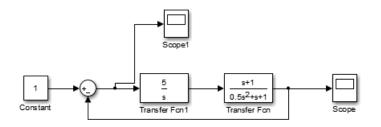


Рисунок 6 – Схема моделирования

## 2.1 Исследование стационарного режима работы при $\mathbf{g}(\mathbf{t}){=}2$

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки

$$e_y(t) = \lim_{s \to 0} s \frac{1}{1 + W(s)} \frac{A}{s} = \lim_{s \to 0} \frac{1}{1 + \frac{W^*(s)}{s}} A = \lim_{s \to 0} \frac{s}{s + k} A = 0$$
(4)

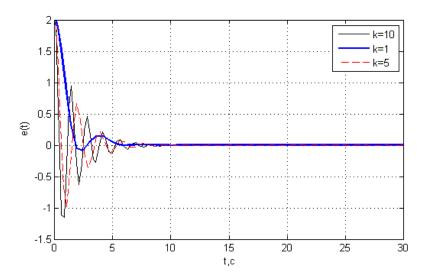


Рисунок 7 – Графика ошибки e(t)

## 2.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью при $\mathbf{g}(\mathbf{t}) = 2\mathbf{t}$

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки

$$\varepsilon = \lim_{s \to 0} s \frac{1}{1 + W(s)} \frac{V}{s^2} = \lim_{s \to 0} \frac{s}{s + k} \frac{V}{s} = \frac{V}{k}$$

$$\tag{5}$$

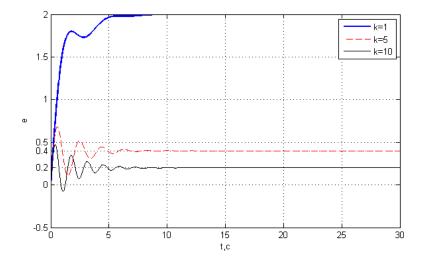


Рисунок 8 — Графика ошибки e(t)

таким образом, найдём ощибки для различных значений k:  $\varepsilon=2(k=1), \varepsilon=0.4(k=5), \varepsilon=0.2(k=10)$ 

# 2.3 Исследование режима движения с постоянным ускорением g(t)=at

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки

$$\varepsilon = \lim_{s \to 0} s \frac{1}{1 + W(s)} \frac{a}{s^3} = \lim_{s \to 0} \frac{s}{s + k} \frac{a}{s^2} = \infty$$
 (6)

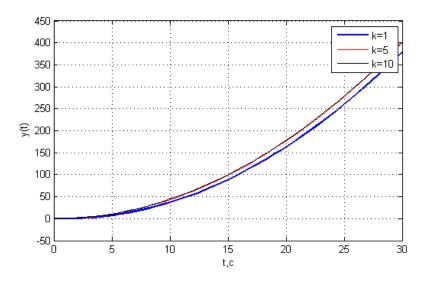


Рисунок 9 — Графика переходных процессов

# 3 Исследование влияния внешних возмущений

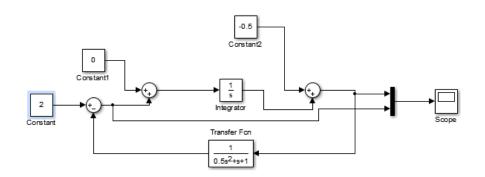


Рисунок 10 – Схема моделирования

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки:

$$\varepsilon = \lim_{s \to 0} \left[ -s \frac{sW(s)}{s + W(s)} \frac{F_1}{s} + s \frac{W(s)}{s + W(s)} \frac{F_2}{s} \right] = F_2 \tag{7}$$

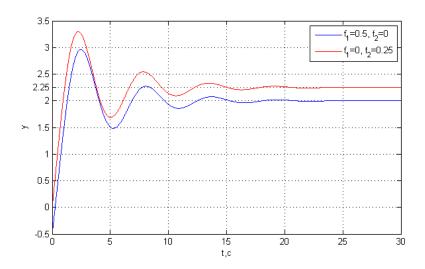


Рисунок 11 – Графика переходных процессов

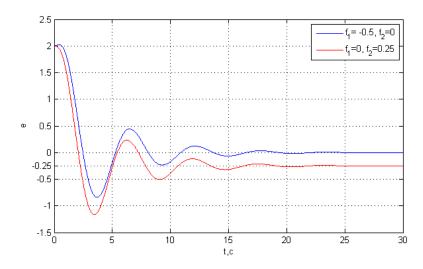


Рисунок 12 — Графика ошибки e(t)

# 4 Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии

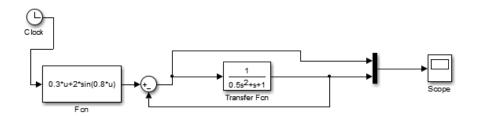


Рисунок 13 – Схема моделирования

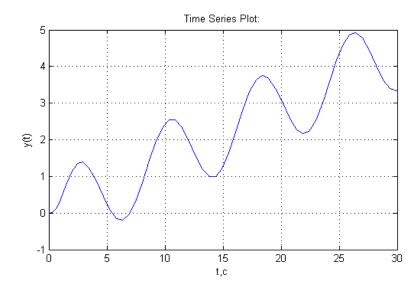


Рисунок 14 – Графика переходного процесса

Оценим приближенно установившуюся ошибку слежения:

$$\Phi(s) = \frac{1}{1 + H(s)W(s)} = \frac{0.5s^2 + s + 1}{0.5s^2 + s + 2}$$
(8)

Разложим  $\Phi(s)$  в ряд Тейлора в окрестности точки s=0:

$$c_0 = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$c_1 = \frac{d}{ds} \Phi_e(s) = \frac{(s+1)(0.5s^2 + s + 2) - (0.5s^2 + s + 1)(s+1)}{(0.5s^2 + s + 2)^2} = \frac{s+1}{(0.5s^2 + s + 2)^2} |_{s=0} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$c_2 = \frac{d^2}{ds^2} \Phi_e(s) = \frac{(0.5s^2 + s + 2)^2 - (s+1)2(0.5s^2 + s + 2)(s+1)}{(0.5s^2 + s + 2)^4} |_{s=0} = \frac{2^2 - 2 * 2 * 1}{2^4} = 0$$

$$e_y(t) = 0.5(0.3t + 2\sin 0.8t) + 0.25(0.3 + 1.6\cos 0.8t) - 0 = 0.15t + \sin 0.8t + 0.4\cos 0.8t + 0.075$$

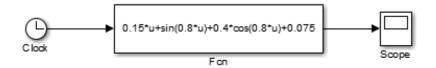


Рисунок 15 — Схема моделирования

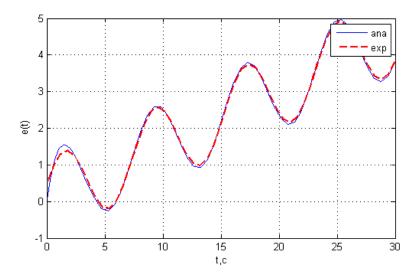


Рисунок 16 — Графика экспериментальной и аналитически вычисленной ощибок  ${\bf e}({\bf t})$ 

## Выводы

В данной работе мы исследовали системы с разными порядками астатизма и различными входными и возмущающими воздействиями. В частности, системы с астатизмом первого порядка нечувствительны к постоянным возмущениям. При исследовании стационарного режима работы, убедились в том, что при g=A, и увеличении коэффициента усиления k ошибка стремиться к нулю. Убедились в том, что при увеличении прядка астатизма, ошибка, при статическом входном возвдействии ошибка равна нулю. Внешние возмущения могут оказвать довольно сильное влияние - изменение выходного сигнала в 2 раза, сильное перерегулироване.