

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
(ТУСУР)

Кафедра электронных средств автоматизации и управления (ЭСАУ)

«Утверждаю»  
зав. каф. ЭСАУ  
д-р техн. наук, проф.  
А.Г. Гарганеев  
«02» февраля 2012 г.

## **ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие  
к лабораторным работам

Составитель:

канд. техн. наук, доц. каф. ЭСАУ

В.С. Шидловский

Томск – 2012

Теория автоматического управления: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. – Томск: Томский гос. университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 24 с.

Рассматриваемые лабораторные работы по теории автоматического управления полностью ориентированы на применение ЭВМ и предназначены для студентов, обучающихся по специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (в приборостроении)». Компьютерные программы составлены для работы в диалоговом режиме и, поэтому, не требуют специальных описаний. Теоретический материал в методических указаниях не приводится, что требует предварительного изучения основ ТАУ по конспекту лекций или учебнику.

# ЧАСТЬ 1

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

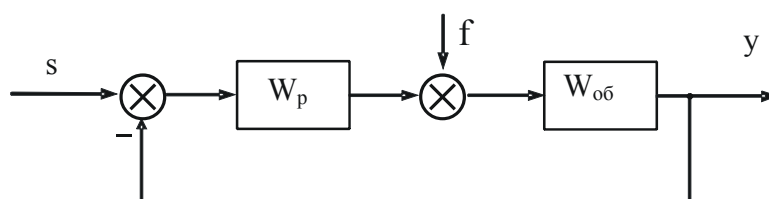
### ОПЫТНАЯ НАСТРОЙКА АСР ДВУМЯ ПАРАМЕТРАМИ

**Цель работы:** в условиях моделирования практической работы наладчика АСР показать сложность, при отсутствии знаний основ ТАУ, добиться путем экспериментального поиска удовлетворительной настройки АСР.

**Используемая в работе программа:** NASTR

#### Порядок работы

1. Для системы вида



где регулятор  $W_p$  имеет два параметра настройки  $K_p$  и  $T_i$ , а параметры объекта приведены в табл. 1, требуется получить путем изменения параметров переходный процесс в системе по каналу  $f$ - $y$  не хуже заданного (см. табл.1). Другими словами требуется получить процесс  $Y(t)$  с оценками  $\psi \geq \psi^{\text{зад}}$ ,  $A_{\text{max}} \leq A_{\text{max}}^{\text{зад}}$ ,  $t_p \leq t_p^{\text{зад}}$ . Смысл оценок  $\psi$ ,  $A_{\text{max}}$ ,  $t_p$  иллюстрирует рис.1.

2. Графики переходных процессов, соответствующие всем выбранным параметрам настроек, зафиксировать с указанием параметров каждого процесса  $\psi$ ,  $A_{\text{max}}$ ,  $t_m$ , параметров настройки  $K_p$  и  $T_i$ .

3. Сделать выводы о эффективности проведенной работы по настройке АСР, привести наилучшие достигнутые результаты.

Таблица 1

## Исходные данные

№ варианта	Параметры объекта (N=2, M=0, B0=1)				Заданные оценки качества процесса		
	$\tau$	A2	A1	A0	$\psi^{\text{зад}}$	$A_{\text{max}}$	$t_p$
1	5	100	20	1	0.9	0.53	170
2	5	400	40	1	0.9	0.43	250
3	5	225	30	1	0.9	0.46	200
4	5	625	50	1	0.9	0.38	280
5	10	400	40	1	0.9	0.53	310
6	10	625	50	1	0.9	0.48	350
7	10	225	30	1	0.9	0.58	270
8	10	900	60	1	0.9	0.45	400
9	3	100	20	1	0.9	0.44	130
10	8	100	20	1	0.9	0.64	200
11	8	225	30	1	0.9	0.54	250
12	5	900	60	1	0.9	0.37	350

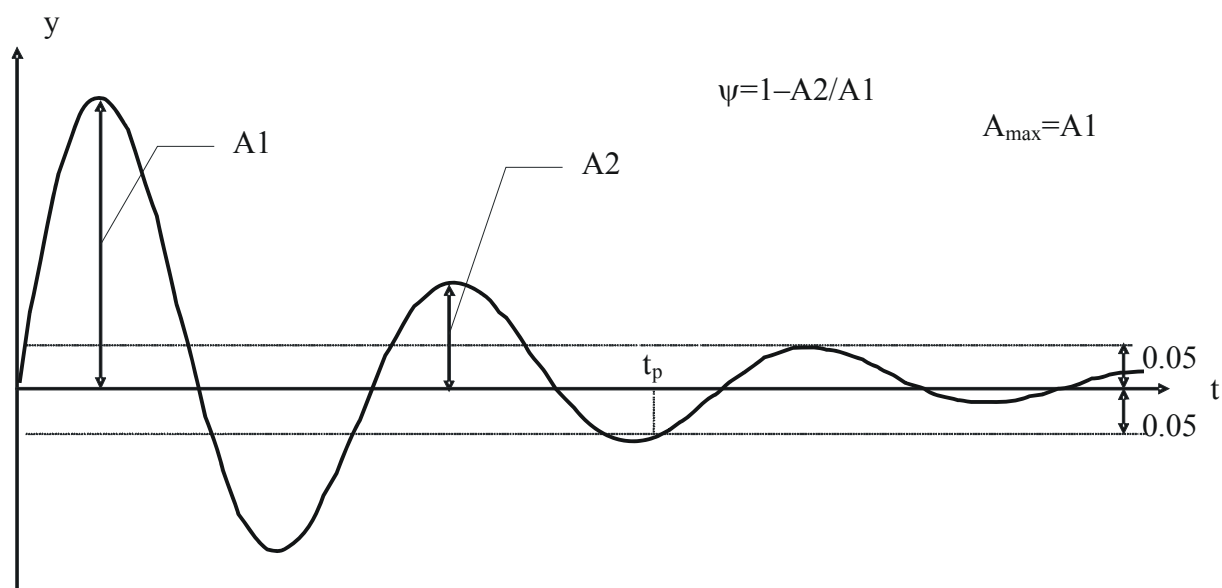


Рис. 1. К определению оценок процесса в АСР

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

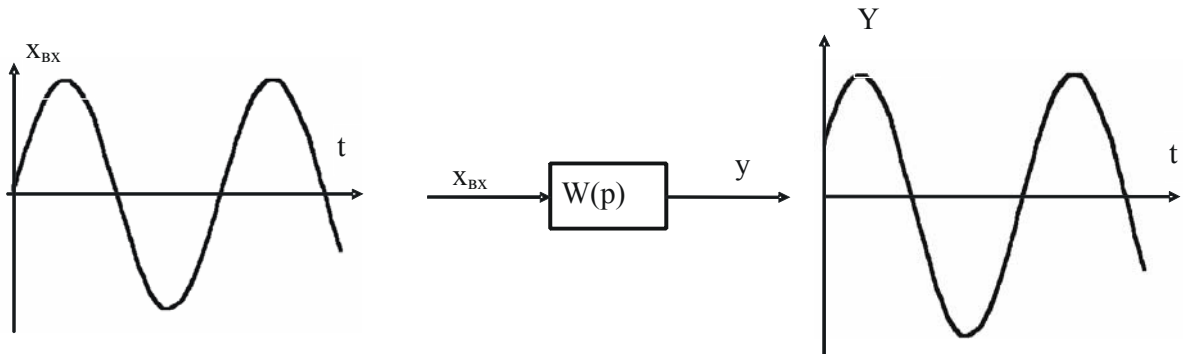
### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ

**Цель работы:** получить представление о частотных характеристиках АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ВЧХ, МЧХ, ЛАЧХ, навык их экспериментального определения, практический навык работы на персональном компьютере.

**Используемая в работе программа:** AFХ

#### Порядок работы

1. Для системы вида



задаётся план эксперимента (параметры входных колебаний: амплитуда, фаза, частота и шаг по частоте)  $A_{вх}$ ,  $\varphi_{вх}$ ,  $\omega$ ,  $\Delta\omega$ .

2. Для каждого  $k$ -го опыта определяются параметры колебаний на выходе системы  $A_{вых}$ ,  $\varphi_{вых}$ ,  $\omega_{вых}$ .

Признаком окончания опытов является достижение отношения

$$\frac{A_{вых}}{A_{вх}} \leq 0.01 \cdot \left( \frac{A_{вых}}{A_{вх}} \right) \Big|_{\omega=0}.$$

4. На миллиметровке построить графики АЧХ, ФЧХ, ВЧХ, МЧХ, ЛАЧХ.

Осуществить “вручную” расчет АФЧХ для 2-х, 3-х значений частот, используя передаточную функцию системы.

В отчете представить результаты по всем пунктам задания, в том числе расчетные формулы по обработке экспериментальных данных, аналитическому определению АФЧХ.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

$$W(p) = \frac{B0 \cdot e^{-p\tau}}{A2 \cdot p^2 + A1 \cdot p + A0}$$

$$A0 = B0 = 1$$

Вариант	$\tau$	$A2$	$A1$
1	5	100	20
2	5	225	30
3	5	400	40
4	7	100	20
5	7	225	30
6	7	400	40
7	10	900	60
8	10	100	20
9	10	225	30
10	10	400	40
11	15	400	40
12	15	900	60

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ

**Цель работы:** получить понятие о временных характеристиках систем, способах их определения экспериментально и аналитически, идентификации простейших систем по их временным характеристикам.

**Используемая в работе программа:** RKM

#### Порядок работы

1. Для системы с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{K}{(T \cdot p + 1)^n}$$

получить с помощью программы RKM экспериментальные временные характеристики (переходные) при  $n = 1$  и  $n = 2$ .

2. Осуществить проверку системы на линейность при  $n = 1$  и  $n = 2$ .

3. Найти аналитическое выражение для переходных характеристик, сделать расчет нескольких точек временных характеристик и сравнить их с экспериментальными.

4. По экспериментальным временным характеристикам определить параметры системы т.е. осуществить идентификацию для  $n = 1$  и  $n = 2$ .

5. Результаты экспериментов и расчетов представить в таблицах и графиках на миллиметровке. Сделать выводы о линейности систем, о качестве идентификации.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Номер варианта	$K$	$T$
1	1	10
2	2	20
3	3	30
4	4	40
5	1	50
6	2	60
7	3	25
8	4	35
9	1	45
10	2	55
11	3	15
12	1	100



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

### **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ И В ПЛОСКОСТИ КОРНЕЙ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ**

**Цель работы:** установить взаимосвязь между характером расположения корней характеристического уравнения и устойчивостью АСР, ее качеством (быстродействием, степенью затухания переходных процессов).

**Используемые в работе программы:** KORNI, RKM.

#### **Порядок работы**

1. Для систем с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{K}{\sum_{i=1}^N A_i \cdot p^i + A_0}, \quad K = 1$$

с помощью программы KORNI определить корни характеристического уравнения и зафиксировать картину их расположения в комплексной плоскости.

2. Для всех рассматриваемых систем рассчитать переходные процессы с помощью программы RKM.

На основе анализа полученных в п.1. и п.2. результатов сделать выводы:

а) о связи между характером расположения корней характеристического уравнения в комплексной плоскости и устойчивостью системы;

б) о связи между расположением корней характеристического уравнения в комплексной плоскости и быстродействием системы;

в) о связи между расположением корней характеристического уравнения в комплексной плоскости и степенью затухания переходных процессов для устойчивых систем.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

( $A_0 = 1$ )

Вариант	$N$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
1	3	114	1724	34483	--	--
		104	481	9615	--	--
		57	431	4310	--	--
		-96	-288	-9615	--	--
2	4	8.25	28.8	75	62.5	--
		5.63	11.3	25	-62.5	--
		4.13	7.19	8.98	3.91	--
		6.2	18.9	28.8	12.0	--
3	5	8.422	26.08	39.95	39.22	24.51
		7.245	16.86	16.42	19.61	24.51
		4.211	6.250	4.994	2.451	0.776
		9.833	40.67	95.83	133.3	83.33
4	3	4	6	4	--	--
		0	-2	4	--	--
		1.77	4.62	3.85	--	--
		1.20	1.12	0.99	--	--
5	4	9	34	90	100	--
		5	6	10	-100	--
		4.5	8.5	11.25	6.25	--
		6.58	20.96	34.4	19.2	--
6	5	11.17	53.33	162.5	291.7	208.3
		1.167	-8.333	-62.50	-208.3	-208.3
		5.583	13.33	20.31	18.23	6.510
		13.17	81.67	304.2	583.3	416.7
7	3	5.55	3.67	4.59	--	--
		-4.45	-1.83	-4.59	--	--
		3.38	2.94	1.84	--	--
		5.15	0.98	1.22	--	--
8	4	5.08	23.8	46.2	76.9	--
		-1.08	11.5	-15.4	76.9	--
		2.54	5.96	5.77	4.81	--
		6.28	21.5	36.9	30.8	--

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

(продолжение)

(A0=1)

Вариант	N	A1	A2	A3	A4	A5
9	5	6.103	20.17	41.03	55.56	42.74
		-0.564	1.709	5.128	4.274	42.74
		3.051	5.043	5.128	3.472	1.335
		5.046	13.39	21.61	19.92	7.663
10	3	3.05	2.29	2.29	--	--
		-1.95	-0.46	-2.29	--	--
		2.13	1.84	0.92	--	--
		1.53	0.57	0.29	--	--
11	4	1.35	2.16	1.17	0.73	--
		-0.25	1.28	-0.29	0.73	--
		0.675	0.539	0.147	4.59E-2	--
		0.191	0.129	1.15E-2	3.6E-3	--
12	5	4.776	15.00	32.72	36.76	36.76
		-0.324	4.188	-15.07	-7.353	-36.76
		2.338	3.750	4.090	2.298	1.149
		4.788	14.42	24.04	24.04	12.02

## Часть 2

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНЫХ КРИТЕРИЕВ МИХАЙЛОВА И НАЙКВИСТА**

**Цель работы:** изучить критерии Михайлова и Найквиста, получить практический навык их применения и наглядное представление машинной реализации на ЭВМ методов исследования АСР на устойчивость.

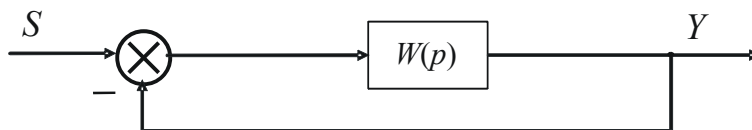
**Используемые в работе программы:** КМ, NAIKV

#### **Порядок работы**

1. По заданным передаточным функциям систем исследовать их на устойчивость с помощью указанных программ. Зафиксировать полученные результаты.
2. Выполнить проверку системы на устойчивость “вручную”.
3. В отчете представить результаты, полученные в п.1 и п.2.

#### **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Структурная схема системы имеет вид



где  $W(p)$  определяется согласно заданному варианту работы.

#### **ВАРИАНТЫ**

$$1. W(P) = \frac{0.2}{P(10P+1)^2}$$

$$2. W(P) = \frac{2.0}{P(10P+1)^2}$$

$$3. W(P) = \frac{0.02}{P(10P+1)^2}$$

$$4. W(P) = \frac{0.1}{P(50P+1)^2}$$

$$5. W(P) = \frac{0.02}{P(50P+1)^2}$$

$$6. W(P) = \frac{0.05}{P(80P+1)^2}$$

$$7. W(P) = \frac{0.02}{P(80P+1)^2}$$

$$8. W(P) = \frac{1}{P(20P+1)^2}$$

$$9. W(P) = \frac{0.1}{P(20P+1)^2}$$

$$10. W(P) = \frac{0.3}{P(40P+1)^2}$$

$$11. W(P) = \frac{0.03}{P(35P+1)^2}$$

$$12. W(P) = \frac{0.04}{P(60P+1)^2}$$

Дополнительно исследовать на устойчивость следующую систему с помощью критерия Найквиста. Передаточная функция разомкнутой системы определяется согласно приведенных ниже вариантов.

$$1. W(P) = \frac{2}{40 \cdot P + 1} \cdot e^{-15 \cdot P}$$

$$2. W(P) = \frac{2}{40 \cdot P + 1} \cdot e^{-10 \cdot P}$$

$$3. W(P) = \frac{2}{40 \cdot P + 1} \cdot e^{-25 \cdot P}$$

$$4. W(P) = \frac{2}{40 \cdot P + 1} \cdot e^{-28 \cdot P}$$

$$5. W(P) = \frac{1}{50 \cdot P + 1} \cdot e^{-20 \cdot P}$$

$$6. W(P) = \frac{1}{30 \cdot P + 1} \cdot e^{-15 \cdot P}$$

$$7. W(P) = \frac{1.5}{30 \cdot P + 1} \cdot e^{-10 \cdot P}$$

$$8. W(P) = \frac{1.5}{35 \cdot P + 1} \cdot e^{-12 \cdot P}$$

$$9. W(P) = \frac{0.4}{30 \cdot P + 1} \cdot e^{-8 \cdot P}$$

$$10. W(P) = \frac{0.4}{35 \cdot P + 1} \cdot e^{-16 \cdot P}$$

$$11. W(P) = \frac{0.8}{60 \cdot P + 1} \cdot e^{-24 \cdot P}$$

$$12. W(P) = \frac{0.8}{45 \cdot P + 1} \cdot e^{-12 \cdot P}$$

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

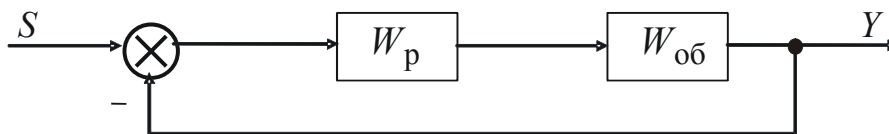
### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В АСР ПО ЕЕ ВЕЩЕСТВЕННЫМ ЧАСТОТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ. МЕТОД ТРАПЕЦИЙ

**Цель работы:** изучить метод машинного расчета на ЭВМ переходных процессов в АСР по ее вещественной частотной характеристике, изучить метод трапеций для построения переходных процессов в АСР, получить практический навык по расчету переходных процессов и применения ЭВМ.

**Используемые в работе программы:** RKM, WCH, TRAP, NASTR

#### Порядок работы

1. Для системы вида



где  $W_p(p) = K_p \frac{T_n \cdot p + 1}{T_n \cdot p}$ ;  $W_{об}(p) = \frac{K}{(T \cdot p + 1)^3}$ .

Определить на ЭВМ переходный процесс по каналу  $S$ - $Y$  методом Рунге-Кутты-Мерсона ( программа RKM или NASTR ).

2. Рассчитать на ЭВМ вещественную частотную характеристику АСР с помощью программы WCH.

3. Построить на миллиметровке график ВЧХ системы, разбить ее на трапеции и рассчитать на ЭВМ переходной процесс в АСР методом трапеций с помощью программы TRAP.

4. В отчете представить результаты по каждому виду задания (графики, таблицы расчетов). Сделать вывод о сравнительной точности

расчета переходного процесса методом трапеций. Выполнить оценку качества переходного процесса.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Вариант	$K$	$T$	$K_p$	$T_{и}$
1	1	10	1	15
2	2	20	0.52	32
3	3	30	0.35	48
4	4	40	0.26	64
5	1	50	1	75
6	2	60	0.7	90
7	3	70	0.47	105
8	4	80	0.39	132
9	0.5	90	3.3	158
10	0.6	100	2.8	176
11	0.7	120	1.48	191
12	0.8	140	1.23	212

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

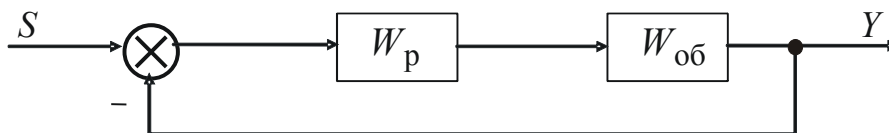
## НАСТРОЙКА ТИПОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ МЕТОДОМ РАСШИРЕННЫХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Цель работы:** изучить корневой метод расчета параметров настройки типовых регуляторов, получить практический навык расчета параметров настройки регуляторов на ЭВМ.

**Используемые в работе программы:** RAF1S (RAF1D) или RAF2S, RAF3S.

### Порядок работы

1. Для системы вида



где 1)  $W_p(p) = K_p$ ;

$$2) W_p(p) = \frac{K_i}{p};$$

$$3) W_p(p) = K_p + \frac{K_p}{T_i \cdot p};$$

$$4) W_p(p) = K_p + \frac{K_p}{T_i \cdot p} + K_p \cdot T_d \cdot p;$$

$$W_{об}(p) = \frac{K \cdot (T_0 \cdot p + 1) \cdot e^{-p\tau}}{(T_1 \cdot p + 1)(T_2 \cdot p + 1)(T_3 \cdot p + 1)}.$$

Определить на ЭВМ параметры настройки типовых регуляторов (П, И, ПИ, ПИД), резонансную частоту системы  $\omega_{рез}$ .

2. Для каждого из типов регуляторов рассчитать переходный процесс на выходе системы по каналу задающего воздействия.

3. В одних осях координат построить на миллиметровке графики переходных процессов для всех рассматриваемых типов регуляторов, сделать



оценку прямых критериев качества переходных процессов, свести полученные оценки в таблицу для всех типов регуляторов.

4. На основе таблицы оценок качества сделать выводы о достоинствах и недостатках каждого типового регулятора, сравнить заданные критерии с расчетными, сделать вывод о связи прямых критериев качества со значением резонансной частоты системы.

В отчете представить результаты по каждому виду задания (графики, таблицы расчетов), выводы по п.4 задания.

### ВАРИАНТЫ

№ варианта	$K$	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$\tau$	$m (\psi)$
1	1	3	10	20	30	5	0.25 (0.79)
2	2	4	10	10	20	3	0.3 (0.85)
3	3	5	10	10	10	4	0.25 (0.79)
4	4	6	10	10	10	5	0.35 (0.89)
5	1	7	20	20	20	8	0.25 (0.79)
6	2	8	20	30	40	5	0.3 (0.85)
7	3	9	40	50	60	10	0.35 (0.89)
8	1	5	10	30	50	10	0.37 (0.9)
9	1	6	10	40	40	8	0.37 (0.9)
10	2	10	20	40	50	9	0.37 (0.9)
11	2	7	25	35	45	10	0.3 (0.85)
12	5	10	40	55	65	10	0.35 (0.89)

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

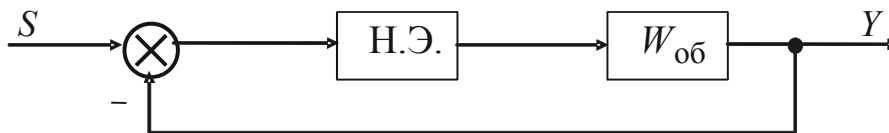
### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕЛИНЕЙНОЙ АСР

**Цель работы:** Исследовать свойства нелинейных систем управления, получить навык расчетного определения параметров нелинейного регулятора (элемента), получить навык практического исследования нелинейных систем на ЭВМ.

**Используемые в работе программы:** NEL1, NEL2, NEL3, NEL4.

#### Порядок работы

1. Для системы вида



с заданным преподавателем видом нелинейности и передаточной функцией

$$W_{об}(p) = \frac{K \cdot e^{-p\tau}}{T_2 \cdot p^2 + T_1 \cdot p + 1}.$$

Расчетным методом определить параметры нелинейного элемента, обеспечивающие заданные параметры автоколебаний на выходе АСР.

2. С помощью программы NEL 1, 2, 3, 4 получить переходный процесс на выходе АСР при расчетных параметрах нелинейного элемента.
3. Сделать выводы о точности расчетного метода определения параметров нелинейного элемента (регулятора).
4. В отчете представить результаты по каждому виду задания (графики, формулы, таблицы расчетов).

## ВАРИАНТЫ

(задание системе  $S = 1$ )

Вариант	Параметры объекта				Заданные амплитуды и частоты колебаний	
	$K$	$T_2$	$T_1$	$\tau$	$A$	$\omega$
1	5	100	20	3	0.2	0.21
2	4	100	20	3	0.25	0.22
3	6	100	20	3	0.2	0.23
4	3	150	25	4	0.3	0.14
5	3.5	150	25	4	0.25	0.15
6	4	150	25	5	0.25	0.16
7	5	200	30	5	0.3	0.1
8	5.5	200	30	5	0.3	0.08
9	4.5	400	40	4	0.2	0.05
10	6	400	40	4	0.25	0.05

*Примечание:* в случае невозможности получения заданных параметров автоколебаний, эту невозможность нужно обосновать.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

### ФАЗОВЫЕ ТРАЕКТОРИИ И ПОРТРЕТЫ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ. МЕТОД ПРИПАСОВЫВАНИЯ

**Цель работы:** получить практический навык построения фазовых траекторий нелинейных систем на ЭВМ, построения фазовых траекторий методом припасовывания, определения переходных процессов в нелинейных системах управления.

**Используемая в работе программа:** FP

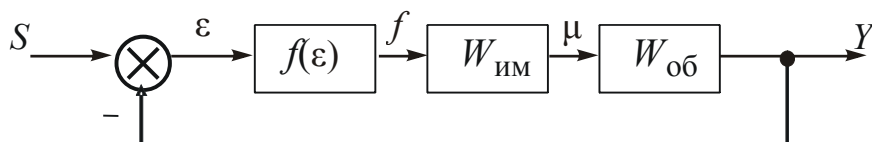
#### Порядок работы

1. Для системы второго порядка, описываемой дифференциальным уравнением

$$A_2 y'' + A_1 y' + A_0 y = R, \text{ где } R = \text{const.}$$

Получить фазовые портреты и соответствующие фазовым траекториям переходные процессы при заданных начальных условиях и коэффициентах, определить типы фазовых портретов.

2. Для системы вида



состоящей из релейного элемента  $f(\varepsilon)$  (см. рисунок), исполнительного механизма постоянной скорости и объекта с передаточными функциями

$$W_{\text{им}}(p) = \frac{1}{T_{\text{им}} p}, \quad W_{\text{об}}(p) = \frac{1}{Tp + 1}.$$

Получить методом припасовывания фазовую траекторию для заданных коэффициентов и начальных условий, а также переходный процесс в системе. Сделать оценку качественных характеристик процесса. Графические построения выполнить на миллиметровке. Записать условия переключения релейного элемента.

3. В отчете представить все результаты по п.1 и п.2., необходимые выкладки и оценки.

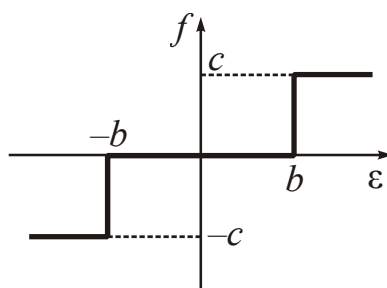


Рисунок. Статическая характеристика релейного элемента

*ПРИМЕЧАНИЕ:* для получения подробной таблицы ординат переходного процесса и фазовой траектории в программе предусмотрено изменение шага таблицы.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

#### 1. По первому пункту задания ( $R = 0$ )

Вариант	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$y(0)$	$y'(0)$
1	1	0.4	0.1	1	0.5
2	1	0.1	1		
3	1	1	0.1		
4	1	0	1		
5	1	-0.1	1	0.5	0.5
6	1	0	0.5		
7	1	0.5	1		
8	1	-0.3	0.1		
9	1	-0.5	1	0.25	0.5
10	1	-0.25	0.1		
11	1	0.5	0.1		
12	1	0	2		

**2. По второму пункту задания**  
(начальные условия нулевые)

Вариант	$T_{им}$	$K$	$T$	$S$	$c$	$b$
1	10	5	10	1	0.5	0
2	20	6	20	2	1	0
3	30	7	25	1.5	2	0
4	40	8	60	2	2	0
5	30	9	55	5	5	0
6	20	10	30	3	4	0
7	10	1	45	4	8	0.5
8	20	2	50	2	3	0.4
9	30	4	40	1.5	3	0.4
10	30	3	100	8	3	1
11	40	5	200	6	3	1
12	20	10	250	4	3	0.6

## Список рекомендуемой литературы

1. К о р и к о в А . М . Основы теории управления. -Томск: "Изд-во НТЛ", 2002. -392с.
2. Е р о ф е е в А . А . Теория автоматического управления. –СПб.: Политехника, 2002. –302с.
3. А н д ы к В . С . Теория автоматического управления: Учебное пособие к практическим занятиям. -Томск: Изд. ТПУ, 2000. -108с.
4. С б о р н и к задач по теории автоматического регулирования и управления /Под ред. В.А. Бесекерского. –М.: Наука, 1972. –588с.
5. Ц ы п к и н Я . З . Основы теории автоматических систем. –М.: Наука, 1977. –560с.
6. Шидловский В.С. Теория автоматического управления: Руководство для организации самостоятельной работы. – Томск: Изд-во НТЛ, 2004. – 28 с.
7. Шидловский С.В. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 40 с.

# *ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ*

Учебно-методическое пособие  
к лабораторным работам

---

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага белая писчая.

Печать офсетная. Гарнитура «Таймс».

Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд.л. 2,60. Тираж 100 экз.

---

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
634050, г.Томск, пр. Ленина, 40.