

### Практическая работа № 3

#### Нахождение коэффициентов линейно статических объектов с двумя входами и одним выходом

##### 1. Общие сведения по теме

В этом случае уравнение объекта управления будет иметь следующий вид:

$$\text{a) } y = a_1 u_1 + a_2 u_2, \quad \text{или} \quad \text{b) } y = a_1 u_1 + a_2 u_2 + b$$

Статическая характеристика этой модели будет в виде поверхности. Поверхность для первой модели будет проходить через начало координат. Для нахождения неизвестных коэффициентов при выборе первой модели необходимо провести два эксперимента, а при выборе второй модели необходимо провести три эксперимента. В этом случае предполагается, что измерения сделаны без ошибок. Например, результаты эксперимента для второй модели имеют тройственный вид  $(u_{11}, u_{21}, y_1)$ ,  $(u_{12}, u_{22}, y_2)$ ,  $(u_{13}, u_{23}, y_3)$ . Где второй индекс означает порядок проведения эксперимента. Результат каждого эксперимента должен удовлетворять уравнение модели, поэтому можно записать следующее

$$\begin{cases} a_1 u_{11} + a_2 u_{21} + b = y_1 \\ a_1 u_{12} + a_2 u_{22} + b = y_2 \\ a_1 u_{13} + a_2 u_{23} + b = y_3. \end{cases}$$

Если

$$\det \begin{pmatrix} u_{11} & u_{21} & 1 \\ u_{12} & u_{22} & 1 \\ u_{13} & u_{23} & 1 \end{pmatrix} \neq 0$$

то, данная система уравнений будет иметь решение. В этом случае, решение данной системы уравнений даст значения искомого коэффициентов.

Если применить первую модель, то система состоит из двух уравнений

$$\begin{cases} a_1 u_{11} + a_2 u_{21} = y_1 \\ a_1 u_{12} + a_2 u_{22} = y_2. \end{cases}$$

Чтобы система имела решение необходимо выполнение следующего условия

$$\det \begin{pmatrix} u_{11} & u_{21} \\ u_{12} & u_{22} \end{pmatrix} \neq 0$$

Система уравнений решается с использованием метода линейной алгебры.

##### 2. Задание

Предположив, что измерения проведены правильно на основе данных результатов эксперимента найдите коэффициенты одномерной линейной статической модели с одним выходом и двумя входами. Запишите выражение найденной модели и постройте график его характеристики.

##### 3. Пример

Входные и выходные значения, полученные от проведения эксперимента:

П/ч	1	2	3
$u_1$	1	2	3
$u_2$	3	3	4
$y_2$	2	3	5

Общий вид модели выглядит следующим образом

$$y_1 = a_1 u_1 + a_2 u_2 + b.$$

Результаты измерений должны удовлетворять систему уравнений

$$\begin{cases} a_1 + 3a_2 + b = 2 \\ 2a_1 + 3a_2 + b = 3 \\ 3a_1 + 4a_2 + b = 5. \end{cases}$$

Детерминант системы

$$\det \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 4 & 1 \end{pmatrix} = 3 + 9 + 8 - 9 - 4 - 6 = 1 \neq 0.$$

из первого уравнения выражается коэффициент  $b$

$$b = 2 - a_1 - 3a_2.$$

Это выражение ставится во второе и в третье уравнение, после чего они упрощаются

$$\begin{cases} 2a_1 + 3a_2 + 2 - a_1 - 3a_2 = 3 \\ 3a_1 + 4a_2 + 2 - a_1 - 3a_2 = 5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_1 = 1 \\ 2a_1 + a_2 = 3 \\ a_2 = 1. \end{cases}$$

Отсюда

$$b = 2 - 1 - 3 \times 1 = -2.$$

Значит модель имеет следующий вид

$$y = u_1 + u_2 - 2.$$

Нарис. 2 показана статическая характеристика объекта.

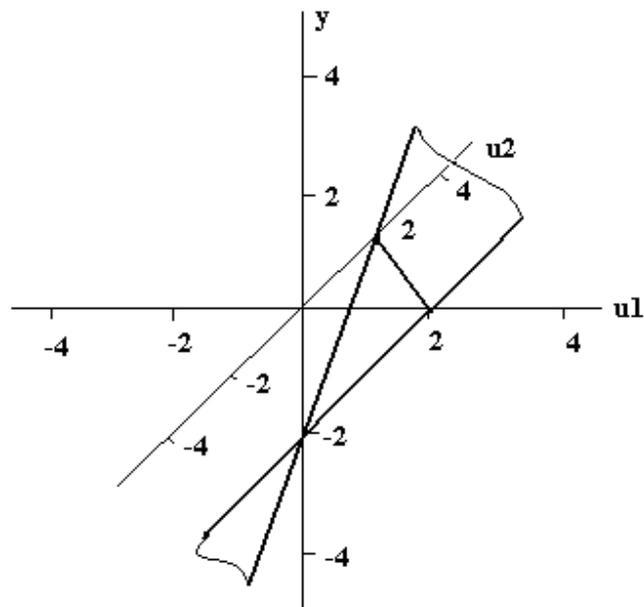


Рис. 2. Статическая характеристика объекта.

#### 4. Задания для самостоятельного решения

№	П/ч	1	2	3	№	П/ч	1	2	3
1	$u_1$	2	4	3	11	$u_1$	3	4	4
	$u_2$	1	2	5		$u_2$	1	2	3
	$y$	6	7	9		$Y$	15	10	9
2	$u_1$	1	3	3	12	$u_1$	1	4	3
	$u_2$	2	4	1		$u_2$	2	7	5
	$y$	5	8	7		$Y$	6	16	9
3	$u_1$	2	2	4	13	$u_1$	1	3	4
	$u_2$	1	3	5		$u_2$	4	2	5
	$y$	4	6	11		$Y$	8	11	19
4	$u_1$	4	3	2	14	$u_1$	5	4	2
	$u_2$	2	4	5		$u_2$	1	5	3
	$y$	7	9	10		$Y$	9	12	7
5	$u_1$	2	1	4	15	$u_1$	1	4	2
	$u_2$	3	5	1		$u_2$	2	3	5
	$y$	7	10	8		$y$	5	9	8
6	$u_1$	2	5	1	16	$u_1$	2	1	4
	$u_2$	4	3	4		$u_2$	3	2	5
	$y$	11	15	12		$y$	8	4	7
7	$u_1$	2	4	1	17	$u_1$	3	1	3
	$u_2$	1	3	5		$u_2$	2	4	1
	$y$	7	13	9		$y$	10	9	7
8	$u_1$	1	4	6	18	$u_1$	4	5	1
	$u_2$	5	2	3		$u_2$	2	4	3
	$y$	8	9	7		$y$	10	14	8
9	$u_1$	9	2	1	19	$u_1$	2	4	1
	$u_2$	1	3	4		$u_2$	4	1	2
	$y$	14	11	7		$y$	8	9	7
10	$u_1$	5	6	1	20	$u_1$	1	3	4
	$u_2$	2	3	5		$u_2$	3	2	1

	y	15	18	9		y	8	10	12
--	---	----	----	---	--	---	---	----	----

### 5. Контрольные вопросы

- 1) В каких случаях нельзя определить коэффициенты модели?
- 2) Если один из входных параметров оставить не изменено, то какой вид примет модель? А статическая характеристика?
- 3) Можно ли восстановить модель в виде  $b$  проведя два эксперимента? А при четырех или пяти экспериментах?