

**ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ КООРДИНАЦИИ
ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ**

1970

(1 2)

(3).

активного структурирования

адресов обратной связи в формировании новых координационных механизмов поведения,

The electronic version of the same name by a small monograph, which sets out the text of Ph.D. dissertation of the author (Chapters 1 and 2), and conducted after her defense experimental study of visual-motor interaction in the task of compensating one-dimensional tracking (Chapter 3). The main idea of the dissertation - a statement of the crucial role of active structuring addresses feedback in the formation of new coordination mechanisms of behavior that can be considered as a concrete definition A.A.Ukhtomsky ideas about functional organs. Analyzes the general principles of coordination in natural and artificial multivariable system.

	.....	4
	.....	5
I.		
1.	.....	11
2.	.....	15
3.	.....	17
4.	-	
5.	.....	18
	.....	19
II.		
1.	.....	22
2.	.....	25
3.	.....	26
4.	.....	30
5.	.....	39
III.		
1.	.....	44
2.	.....	44
3.	.....	45
4.	.....	48
	.....	53
	.....	58

XIX

(, 1969).

, , ,
, , ,
, , ,
активного структурирования адресов обратной связи в формировании новых координационных механизмов поведения.

40

P \hat{I} F

" , —

■ ,
■ ,

взаимозави-

симых

непрерывное

«

»

(

), ()

«

»

1

«

».

?

?

(),

«

»

18 mm^2 ,

52 mm^2 ,

45—50

50%

9,8,

109 105 сек.

— 6,6.

)

(

жизненных

«

»

минимизации ошибки,

максимума воздействия.

«

»

«

, строить координирующую структуру, адекватную данным условиям.

спираль,

«

».

. . . Леонтьев

Глава I. СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ

1. Многосвязность нервных образований в живых организмах

30—32

(« »).

, «

» [23, . 13].

Зрительный аппарат как многосвязная система.

[7, 9, 24]

()

()

[9, . . . 70].

[24, . . . 403].

[12, 13, 14].

()

0,6—1 εη

(-),

()

(

» [13, . . . 34].

(

(,).

)

«

» [13, . . . 34].

«

36].

» [12,

[30].

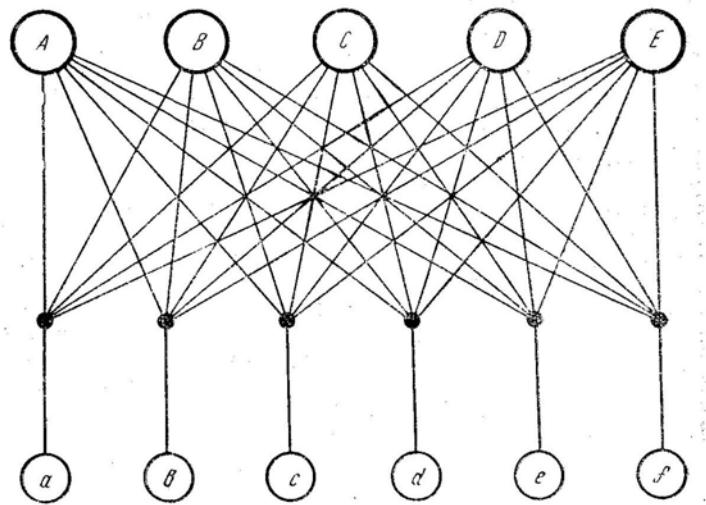
1°

» [12, . 37].

Многосвязность двигательной системы.

[4],

()



1. $a \rightarrow f$ ([4]) $A \rightarrow E.$

» [4, 97].

« . . . [19, III].
».

, ,
(«
»). [19, . 302—308].

2. *О взаимодействии психологических уровней регуляции*

[17].

[2]

[10],
[11],

[4, 16].

Двигательные реакции в ответ на отдельный сигнал или последовательность сигналов.

(, , , . .).
(, , , . .).

Движения пространственного перемещения.

(

. .).

Следящие движения.

(

. .).

3. Моделирование как метод исследования психологических механизмов координации

4.

[9].

po

«

» [3, . 79].

условием

5. Принципы многосвязного регулирования в технике

Характеристики объекта многосвязного регулирования.

(

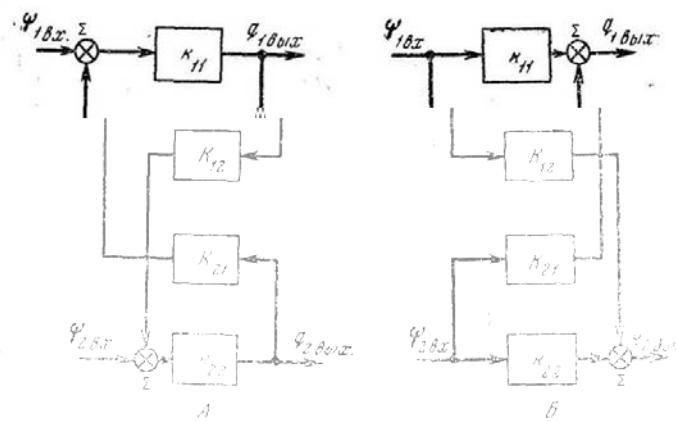
[18],

. 2.

2.
(A)

(B)

(
[18])



$$(A) \quad q_i \quad , \quad (q_1 \quad q_2, a q_2 - \\ q_1); \quad (B) \quad (q_1 \quad , \quad , \quad A \quad B$$

$$\Psi_I \quad q_2, a q_2 - \\ q_1 \quad q_2).$$

[5].
Управление многосвязными объектами.

30-
[8]. —

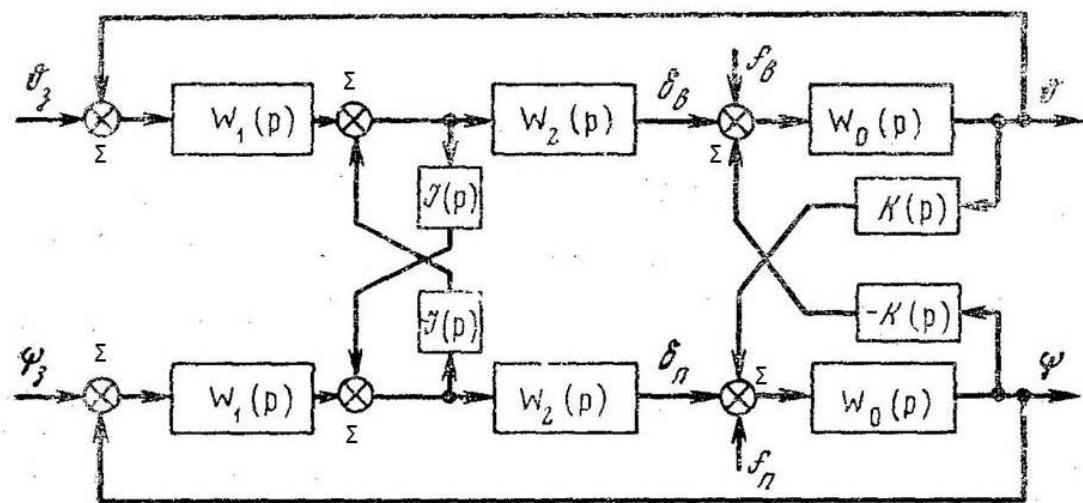
[5].

$KW_0 = j$

[18].

«

»



3.

W_i -

(. . . [5])

),

Глава II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КООРДИНАЦИИ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

1. Описание модели многосвязной системы

[28].

$$\left(\begin{array}{c} \dot{x}_1 \\ \vdots \\ \dot{x}_n \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} f_1(x_1, \dots, x_n, q_1, q_2, q_3) \\ \vdots \\ f_n(x_1, \dots, x_n, q_1, q_2, q_3) \end{array} \right),$$

4.

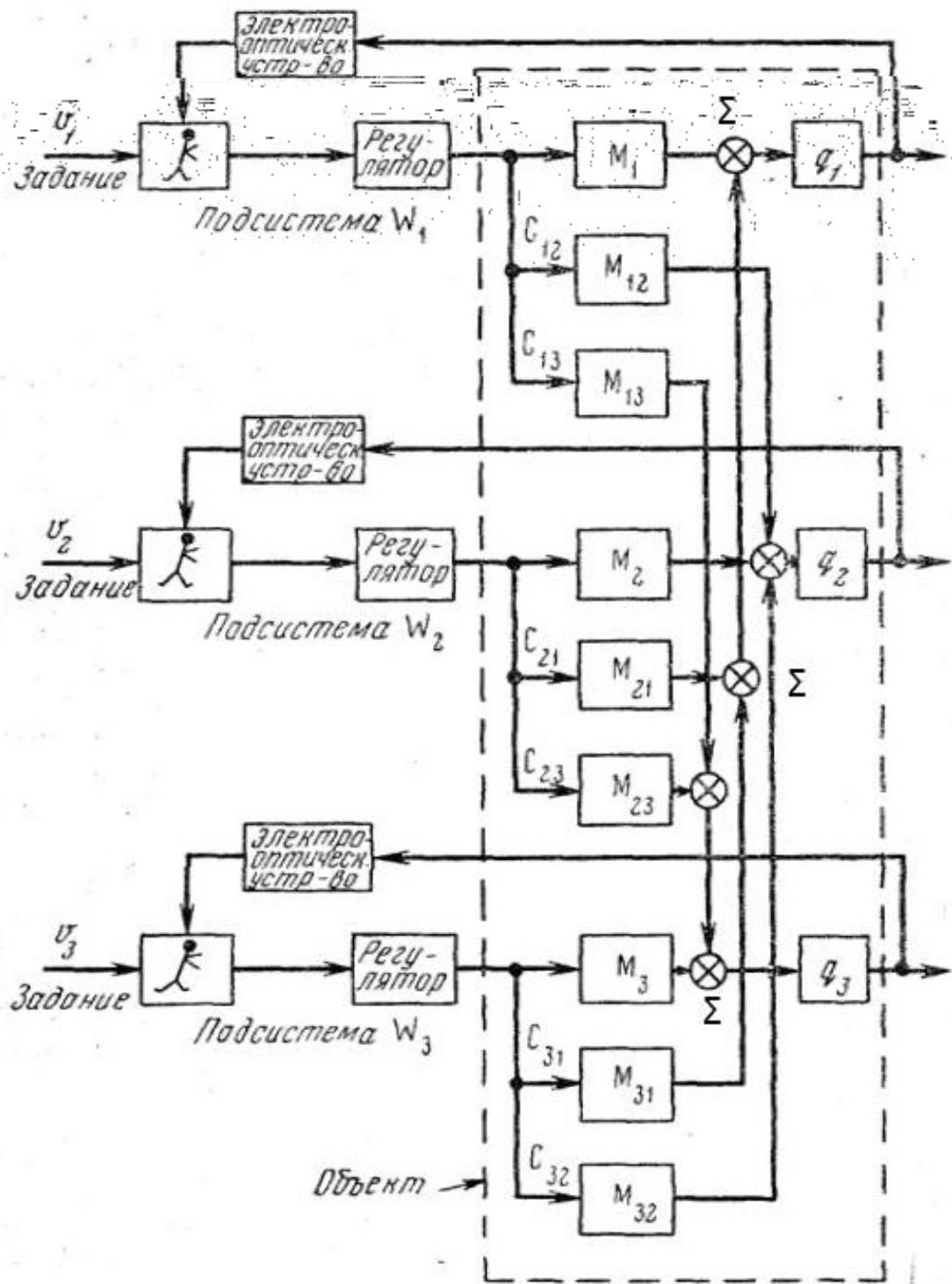
Объект регулирования.

$$\left(\begin{array}{c} \dot{x}_1 \\ \vdots \\ \dot{x}_n \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} f_1(x_1, \dots, x_n, q_1, q_2, q_3) \\ \vdots \\ f_n(x_1, \dots, x_n, q_1, q_2, q_3) \end{array} \right), \quad C_{12}, C_{13}, C_{21}, C_{23}, \dots, C_{31}, \dots, C_{32},$$
$$(C_{21} \dots, C_{31} \dots, \dots, C_{32} \dots).$$

$$K_{mn}, M_{mn}.$$

Система управления.

$$(4)$$



4.

, q_1 (. 4)
, q_2 — , q_3 —

$$C_{mn}.$$

q_2 q₃.

4

4

: W₁, W₂

W₃.

15

M.

$q_1,$

$$q_i = k_i \quad i$$

i,

$$q_i = k_i - \epsilon_i + K_{mn} - \epsilon_{mn},$$

, K_{mn} -

Wi

$$q_1 = k_{1-1} + K_{21-2+}, K_{31-3}.$$

qi, q_2, q_3

,
 (M_i)
(mn).

2. Задачи исследования

1.

« »
?

2.

,
(. 4
 v_1, v_2, v_3)
 (q_1, q_2, q_3) .
?
?

3.

)

?;

)

?

4.

3. Методика и план эксперимента

q_i

q_i

стабилизацией.
жения.

сле-

2 1 см/сек

RC-

1. Степень взаимодействия

k_i

K_{mn}

: $k_i > K_{mn}$ $k_i < \Sigma K_{mn}$.

2. Распределение обратных связей

(W_i)

(q_2 q_3).

—
5, A, B.

$k_i < \Sigma K_{mn}$.

3. Способ индикации

(.5, A, B), B

(

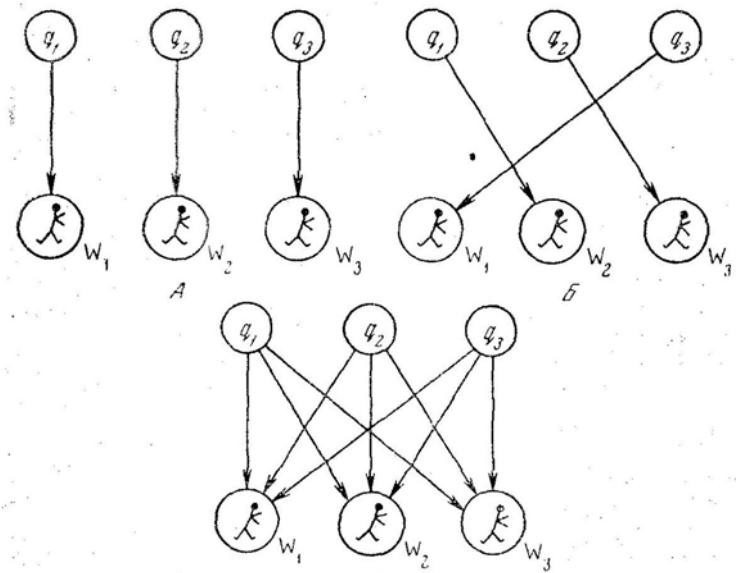
).
—

(.5, B)

4. Способ действия испытуемых.

Инструкция 1:

Инструкция 2:



5.
A, B —

; B —

W₁, W₂, W₃.
; q_i —

2

« »

$$2^4 = 16$$

5

1.
 $k_i : K_{mn}$ 2, — 1,25.
 0,8 0,5.

1

, 4 ().

1

Серии эксперимента

	-			
1	$k_i > K_{mn}$			1
2	$k_i > K_{mn}$			
3				1 2
4				1
5				

Регистрация данных.

1) $k_i \Psi_i;$

2)

; 4)

; 2)

8-02

(« ») 2 мм/сек.

4. Результаты и выводы

Стабилизация.

2-
($k_i < \Sigma K_{mn}$).

2.

2.
(сек.)

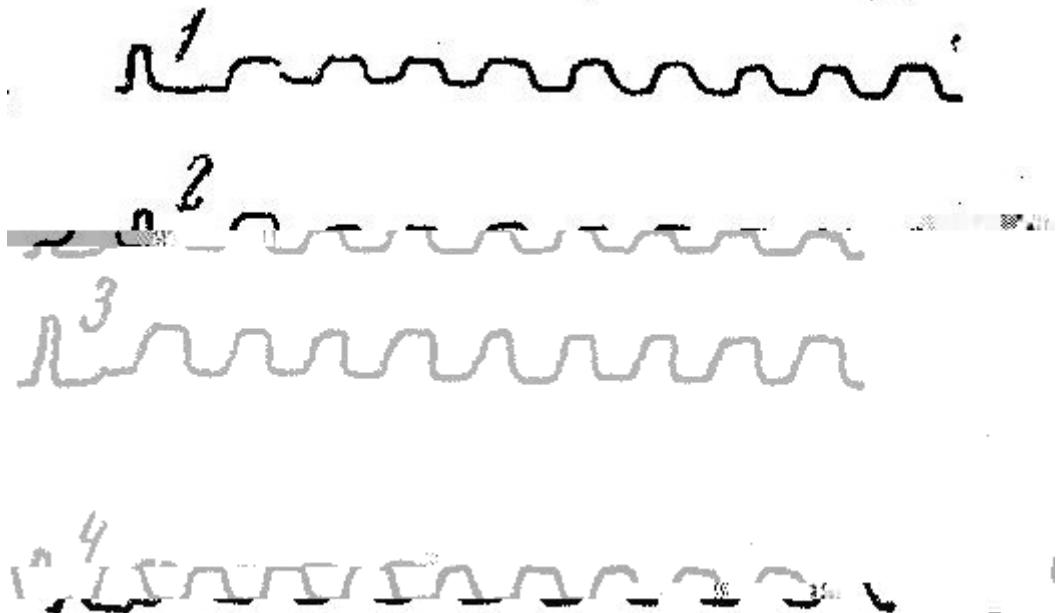
-					
	1	2	3	4	5
2	2	-	10	2	2
3	7	-	16	8	7

()

()

- 1) (1, 4, 5);
- 2) (3);
- 3) (2).

5-6 сек



6.

1-

1, 2 —
; 3, 4 —

1.

(. . 6);

1, 4 5.

2.

;

(. . 1, 3, 4 5, . . 7, A, B).

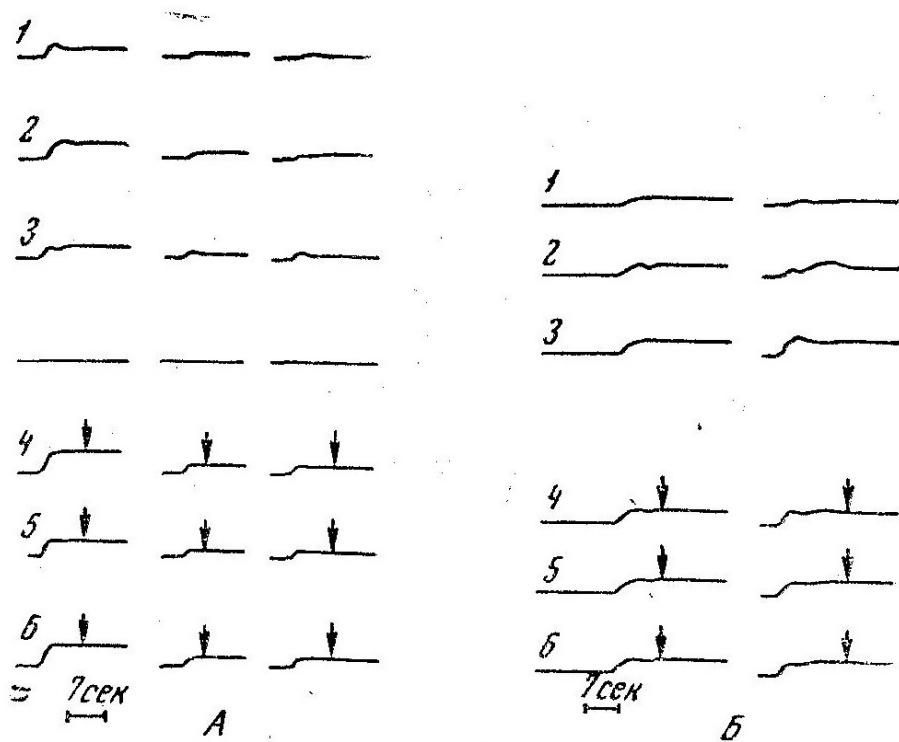
(. . 3),

3.

(. . 8).

2-

3)



.7. A.

1,2,3 —

1,4 5-

; 4,5,6 —

B.

3-

1,3 4,6)

1,

2.

1- 2-

$$k_i > \Sigma K_{mn}$$

. 8.

,

. 7, A.

$$k_i > \Sigma K m n (. . . 6 \quad 7, \quad)$$

$k_i > \Sigma K_{mn}$,

$$k_i < \Sigma K_{mn}.$$

(

1.

)

2.

(7, B),
1,

1,

2,

)

(

2

1- 3- , ,
2,

метрическом

»

,

«

»

Следжение.

(
1 сек.)

5 мм.

3.

1, 4 5.

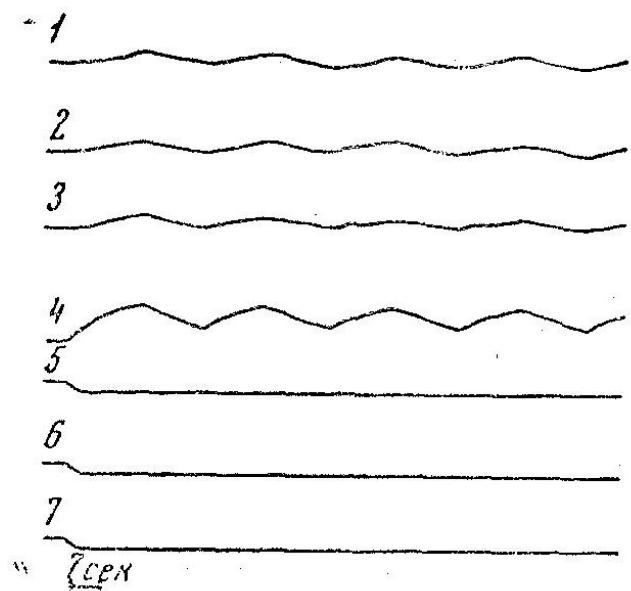
2 3

Таблица 3
Средние ошибки слежения (мм)

Количество подсистем	Серии				
	1	2	3	4	5
2	5	30	22 (7)	5	5
3	5	35	25	5	5

9—10.

. 9, $(k_i > \Sigma K_{mn})$



9.

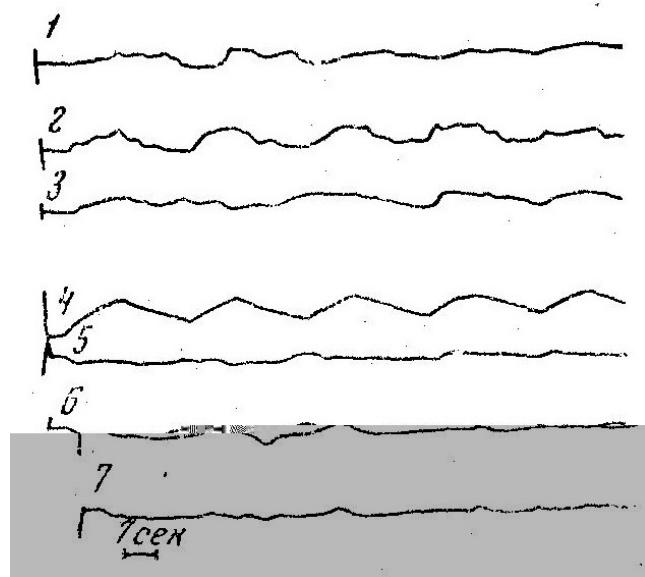
; 4 —

1, 4 — 5-

, 1, 2 n 3 —

; 5,6 — 7 —

(. 10),



10.

2-

, 9

$(k_i < \Sigma Kmn)$

$> \Sigma Kmn,$

k_i

2- 3-
 { , 1 2)

2- . , 3-
 2, ,

(. 3, 3-).

1- . , 4 5,
 « » ,
 ,

1. ,

,

$k_i > \Sigma Kmn$ $k_i < \Sigma Kmn.$ (

)

$ki: \Sigma Kmn = 2,$

1,25.

(0,5

0,8).

,

2.

,

$> \Sigma Kmn.$

$k_i < \Sigma Kmn,$

(

k_i

2),

3. ().

, , , ,
(!).

4.

5. Некоторые теоретические аспекты координированного управления

О трех принципах координации.

, « »

(,),

, 1 2.

(),).

2, ().

()

«

» [9, . 89—90].

, 90 ,

«

[, . 90].

$$k_i > \Sigma Kmn$$

$$, k_i < \Sigma Kmn, —$$

$$(, ,),$$

$$(, ,)$$

$$(, ,) \quad 1, 2),$$

, —

Взаимодействие и обратная связь.

$$()$$

([,]
, 2, 4 5).
; она определяет не только корригирующую добавку к
основному воздействию в прямом канале, но и само это воздействие, «
»

«
(
,
)

« »

[19, . 274,].

[13, . 302].

»

III. К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ДВИЖЕНИЙ

1. Задачи исследования

одновременного

«

S_w

Δt ,
 I_w ,
 $S_w)$
«»
 $t + \Delta t$ (

t
 $t - \Delta t$

$S_w) \gg [3, \dots, 89].$

2. Методика

Аппаратура.

11.

1-19

12 см.

i,

c,

X

t(. . .).

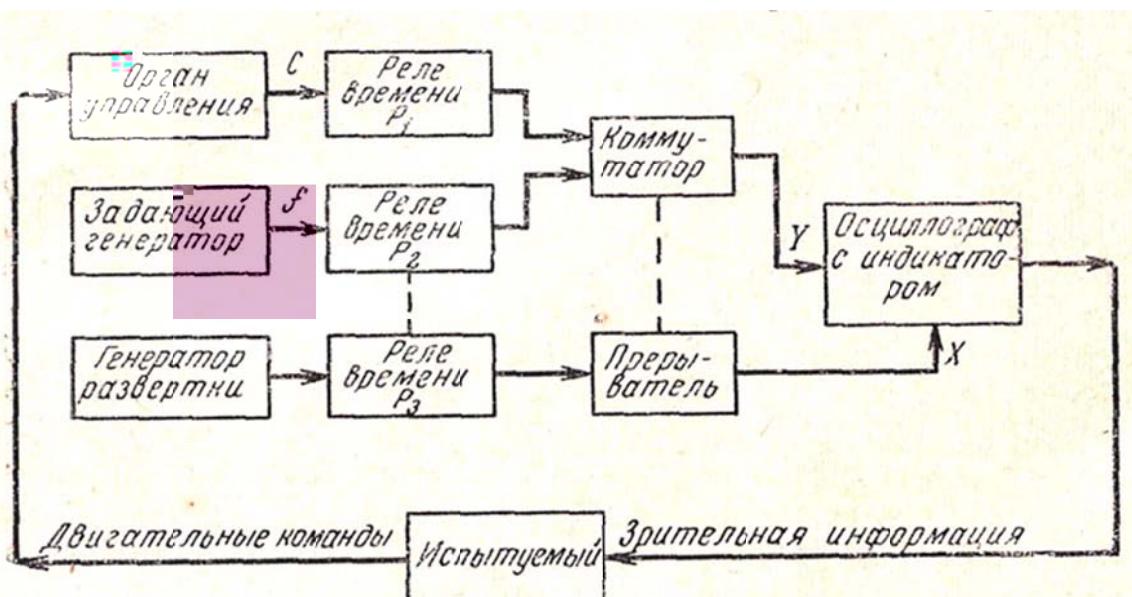


Рис. 11. Блок-схема экспериментальной установки. Пунктиром соединены блоки, работающие синхронно, *c* — выходной сигнал, управляемый испытуемым; *f* — задаваемая частота колебаний входного сигнала

Y

50 гц.

План эксперимента.

1.

)

0,2; 0,5; 0,8 сек.

0,1 сек.

2.

(8 см).

0,4; 0,6 гц.

(f_i),

: 0,2;

(. . 4).

Таблица 4

Варьирование частоты входного сигнала и интервала дискретности в различных сериях эксперимента

Серии	Частота входного сигнала f_i (гц)	Пробы	Интервал дискретности Δt (сек)	Примечание
I	0,2	1	0	В первом сеансе прерывался входной сигнал i , во втором сеансе — выходной сигнал e
		2	0,2	
		3	0,5	
		4	0,8	
		5	0	
II	0,4	1	0	То же
		2	0,2	
		3	0,5	
		4	0,8	
		5	0	
III	0,6	1	0	»
		2	0,2	
		3	0,5	
		4	0,8	
		5	0	
IV	0,4	1—12	0,5	В последней пробе этой серии входной и выходной сигналы прерывались одновременно ($\Delta t_i = \Delta t_e$)

0,2 εη.

5

t = 0,2; 0,5; 0,8 cεκ

t = 0,2; 0,5; 0,8 cεκ

f_i

0,4 εη.

(t = 0,5 cεκ).

()

3 4 cεκ

()

11-

;

15 cεκ

12-

(t_i = t_c = 0,5 cεκ).

30 cεκ.

3

()

2 mm.

мм/сек.

$t;$
 $f_i;$
 $c;$
 $e;$
 $c'.$

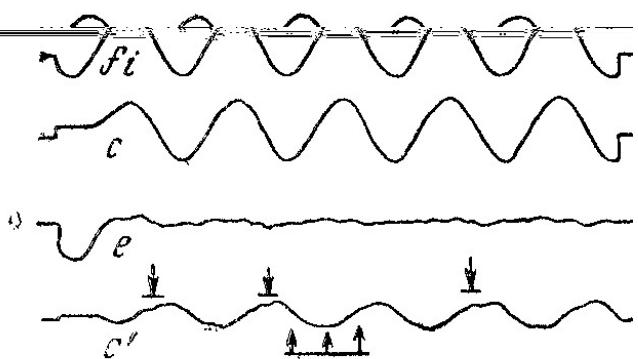
-03.

RC-

3. Результаты и выводы

(. 12).

- Рис. 12. Двигательные операции в процессе слежения: f_i — задаваемое движение; c — выходной сигнал с органа управления; e — ошибка слежения; c' — первая производная выходного сигнала, показывающая распределение движений пространственного перемещения (\downarrow) и следящих движений (\uparrow); $f_i = 0,2$ гц. Информация высвечивается непрерывно



$$t = 0,2 \quad 0,5 \text{ сек}$$

$$t = 0,8 \text{ сек}$$

5.

[22].

Таблица 5

Результаты, полученные в первом и втором сеансах трех серий эксперимента*. Величины ошибок приведены к масштабу индикатора и выражены в мм

	Пробы	Δt (сек)	Серии			Среднее по трем сериям
			I	II	III	
Первый сеанс	1	0	4,4	4,4	5,0	4,6
	2	0,2	4,0	4,5	5,5	4,7
	3	0,5	7,3	6,8	7,3	7,0
	4	0,8	9,5	11,0	11,3	10,7
	5	0	3,2	3,7	3,7	3,6
Второй сеанс	1	0	3,0	3,7	4,7	3,8
	2	0,2	3,2	4,4	4,7	4,1
	3	0,5	4,4	4,0	5,5	4,7
	4	0,8	4,4	4,4	6,0	5,0
	5	0	2,5	3,2	5,7	3,8

* В таблицу включены средние данные по трем испытуемым.

13, A, B.

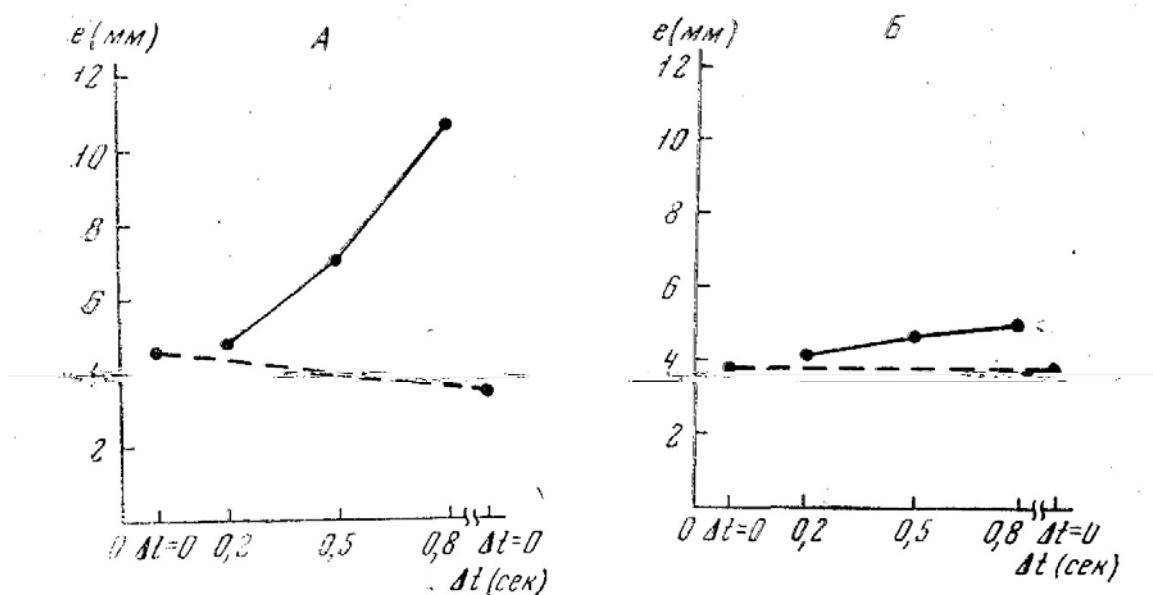


Рис. 13. Зависимость ошибки сложения (сплошная линия) от интервала дискретности. Пунктиром соединены уровни ошибок в начале и в конце сеансов при непрерывном высвечивании информации. А — первый сеанс (прерывание входного сигнала), Б — второй сеанс (прерывание выходного сигнала)

я

$$t_i = 0,8 \text{ сек} \\ t_i = 0,2 \text{ сек} (10,7 \quad 4,7 \text{ мм})$$

t_i

1 мм

1- 2-

(« »),
IV

. 6 . 14.

Таблица 6

Результаты IV серии эксперимента. Величины ошибок приведены
к масштабу индикатора и выражены в мм

№ проб	Испытуемые			Среднее по трем испытуемым	Примечание
	1	2	3		
1	4,4	3,2	4,5	4,0	$\Delta t = 0$ сек
2	6,2	3,2	7,5	5,8	
3	6,5	4,5	5,0	5,3	
4	4,0	5,0	5,5	4,8	
5	3,2	5,4	5,3	4,3	
6	3,5	3,7	5,0	4,1	
7	3,0	4,0	6,2	4,4	
8	3,2	3,7	5,0	4,0	
9	2,9	3,0	4,7	3,8	
10	2,8	3,0	5,5	3,8	
11	2,7	3,2	3,0	3,0	$\Delta t = 0$ сек
12	5,3	4,5	9,7	6,5	$\Delta t = 0,5$ сек

мм ($e = 2$ мм).

7,5 мм, 5,5
3,4 мм.

0,2 мм.

)

(. 15)

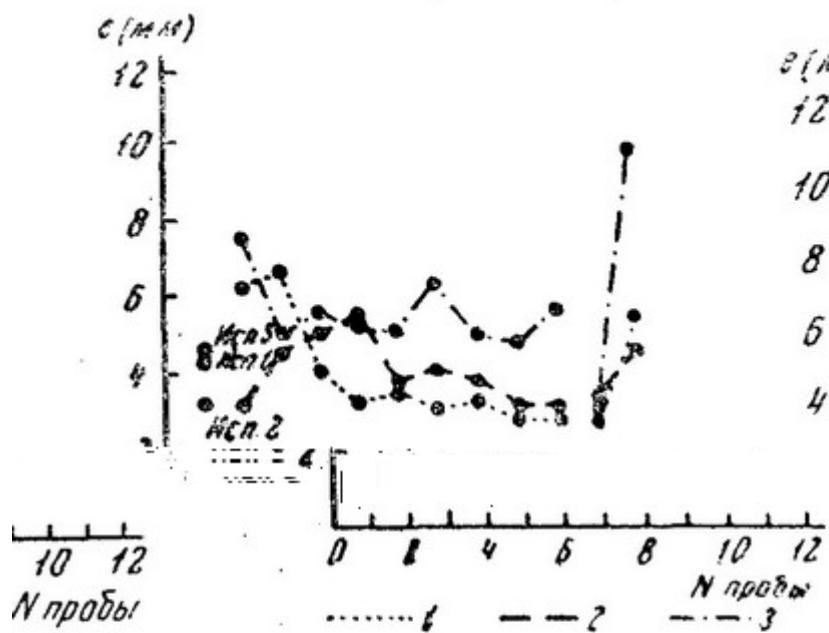


Рис. 14. Изменение ошибки слежения в процессе тренировки. Точки против 1 и 2 проб соответствуют величинам ошибок при непрерывном высвечивании информации

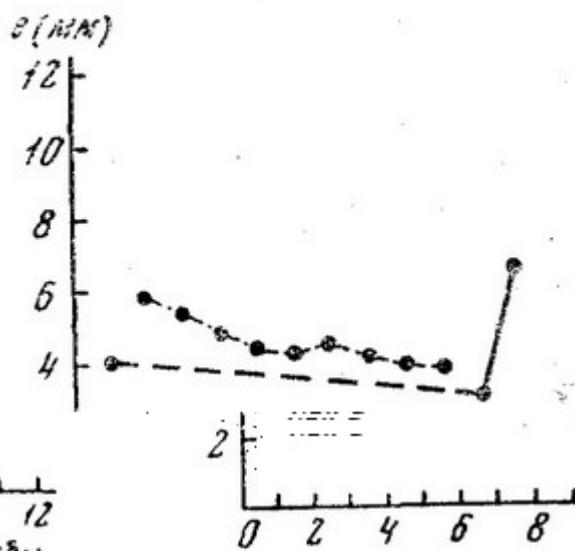


Рис. 15. Усредненные результаты IV серии (из трех пунктиром). Пункты соединены уровнями ошибок непрерывного высвечивания информации. Большой скачок обозначено увеличение ошибки при переходе к одновременному прерыванию входного и выходного сигналов

зультаты
акции
стиром
ок при
ли ин-
иенци-
ки-
но-
зы

1.

(

).

2.

$$f_i = 0,24 - 0,6 \text{ гц}$$

3.

4.

t_i

(

$t_i = 0,2 - 0,8 \text{ сек}$)

5.

t_i
 $t_i = 0,5 \text{ сек}$

4. Обсуждение результатов

переходе

IV

Гипотезы дискретного и непрерывного регулирования.

[26].

IV

$f_i = 0,4 \text{ зу}$
 $t_i = 0,5 \text{ сек}$ IV $0,8 \text{ мм}$
 $t_i = 0,5 \text{ сек}$); $f_i = 0,4 \text{ зу}$
 $0,8 \text{ мм} (\dots 5$), $0,8 + 0,8 = 1,6$
 мм. $3,5 \text{ мм} (\dots 6, 12$), . .

взаимодействии зрительной и эффекторной подсистем.

(,
),
« »,

IV

взаимозависимость

IV

1.

2.

(,

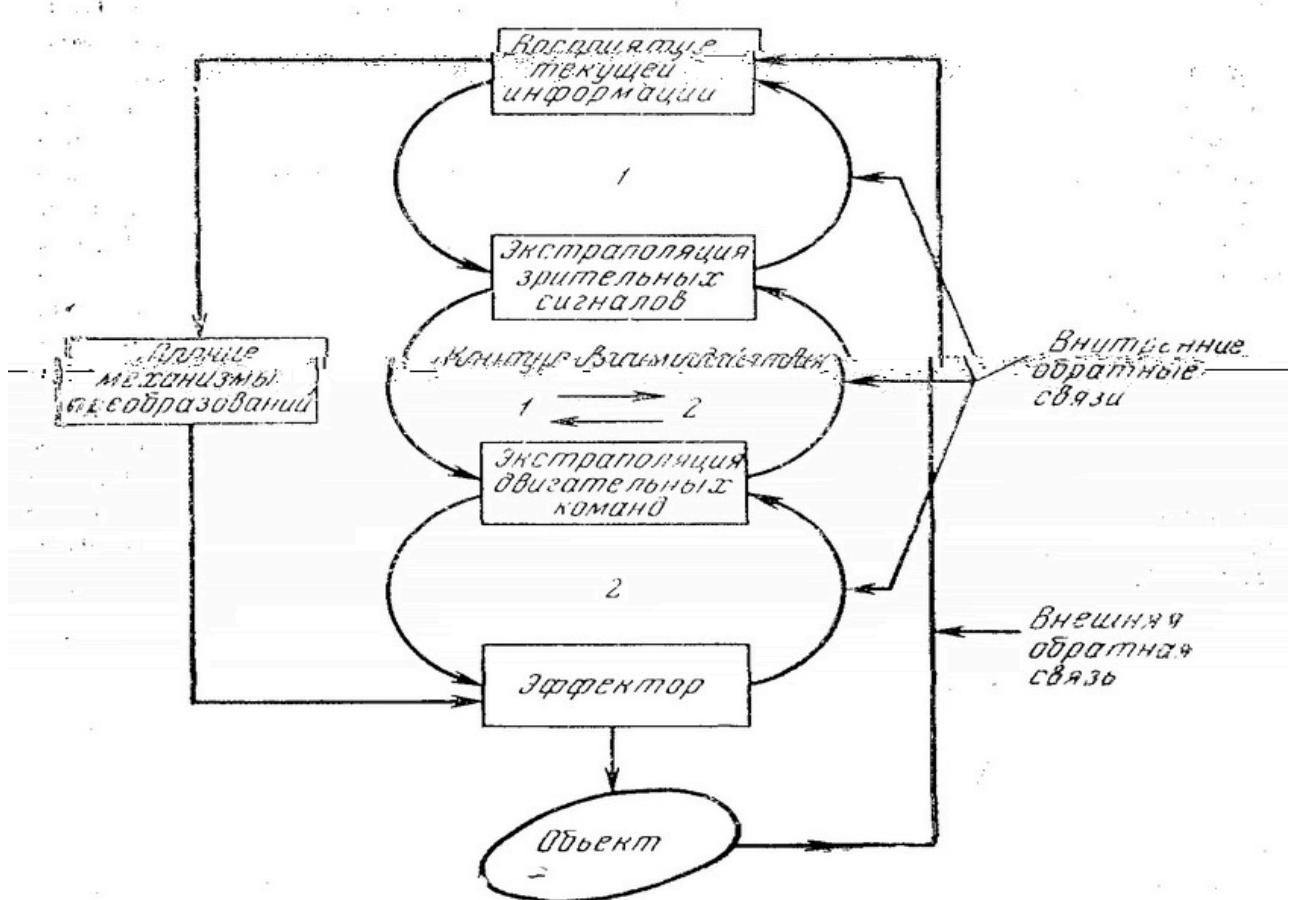


Рис. 16. Схема взаимодействия замкнутых контуров регулирования, участвующих в управлении движением

»

«

«

»,

[10],

1.
« »., « » 1964.
2. , 1947.
3. . . .
« » 1957, 6.
4. . . .
. . . . , « » 1966.
5. . . .
« » 1964.
6. . . .
. . . . « » , « » 1967.
7. . . .
. . . . « »
1962.
8. . . .
. . . . «

