

:371.694:004:658.336:656.7.071(043.5)

05.07.14 – « - »

⋮  
,

,

.....6

## РАЗДЕЛ 1 Авиационные тренажеры как средство повышения эффективности подготовки пилотов.....11

1.1. Проблема повышения качества подготовки пилотов.....11

1.2. Критерии эффективности обучения на тренажере.....16

1.3. Постановка задачи повышения эффективности.....23

1.4. Обзор методов повышения эффективности обучения на тренажере.....23

1.5. Методология повышения эффективности обучения пилотов вертолетов на тренажере.....25

## РАЗДЕЛ 2 Разработка автоматизированной системы управления усвоения пилотирования вертолетом.....28

2.1. Необходимость создания базы знаний в составе автоматизированной системы управления освоением вертолетождения.....28

2.2. Правила выбора модели представление знаний в базе знаний автоматизированной системы управления освоением вертолетождения.....35

2.3.

.....41

2.4.

.....45

2.5.

.....48

2.5.1.

.....48

2.5.2.

.....49

2.5.3.	.....	51
2.5.4.	.....	54
2.6.	.....	58
2.6.1.	.....	58
2.6.2.	.....	60
2.7.	- .....	64
2.8.	.....	71
3	.....	75
3.1. Структура алгоритмического обеспечения задачи оптимизации учебного плана	.....	75
3.2.	.....	76
3.2.1.	.....	79
3.2.2.	( ..... ).....	88
3.3. Оптимизация учебного плана по критерию успешности обучения	.....	94
3.3.1.	.....	94
3.3.2. Необходимость учета индивидуальных особенностей пилотов	.....	95

3.3.3. Параметрическая идентификация процесса освоения навыков.....	101
3.3.4. ....	112
4	121
4.1. Процедурный тренажер Ми-8МТВ .....	121
4.2. Структура программного обеспечения .....	124
4.3. Описание входных/выходных данных .....	124
4.4. Разработка блок-схемы программы.....	125
4.5. Описание интерфейсов пользователя.....	126
.....	130
.....	132
.....	150
. 1. ....	150
. 2. ....	162
. 3. ....	188

**SID** – (Standard Instrument Departure) – ( )

**STAR** – (Standard Terminal Arrival Route) –  
( )

( ,  
).

**ICAO** –  
/International Civil Aviation Organization.

-  
 -  
 -  
 .  
 .  
 ,  
 .  
 ,  
 .  
 .  
 :  
 -  
 ;  
 -  
 .  
 , 10 - 20%,  
 .  
 ,  
 .  
 ,  
 .  
 :  
 -  
 ( ),

( )

( )

;

-

.

,

.

,

,

.

,

,

.

-

«

-

»,

«

»

«

»,

«

-

»

«

»

.

.

:

-

( )

( )

( )

;

-

:

,

;

-

,

(

,

;

-

,

,

.

.

-

-

.

.

.

.

,

-

,

.

,

,

.

-8

.

:

-

,

«

»

;



- ,  
,  
( )  
( )  
;  
- : ,  
;  
- ,  
( , ,  
, ,  
,  
,  
;  
- , ,  
. ,  
, , , :  
- ;  
- :

, , ;

[141, 142, 143, 165-171].

XII

« »

2010,

»

. 2011, The sixth world congress “Aviation in the XXI-st century” Safety in Aviation and Space Technologies. Ukraine. National Aviation University, (September 23-25, 2014), IEEE 3rd International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)”. Proceedings. Kyiv, Ukraine. (October 14–17, 2014).

6

4

# 1

## 1.1.

. , .

- , .

, , .

, , , .

, , , .

, . « » .

, - .

. ,

, .

, , , ,

.



•

,

,

,

;

•

,

,

;

•

,

.

,

.

.

.

,

.

,

;

,

,

.

<<

>>

,

,

-

.

,

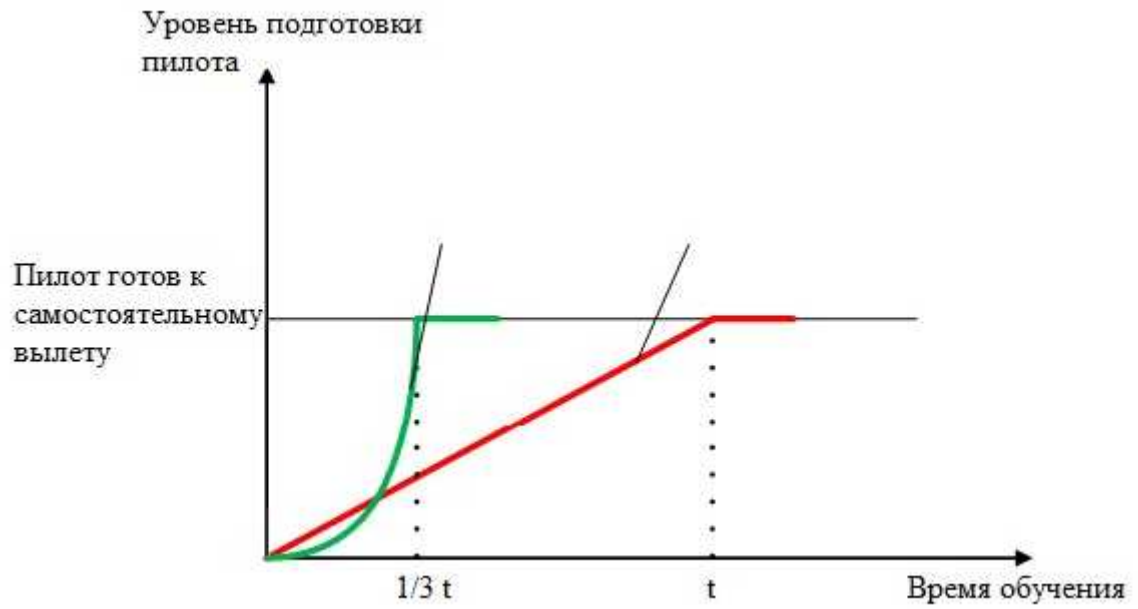
,

,

,

-

.



. 1.1

( ) ( )

,

.

,

.

,

,

,

.

,

.

,

.

,

,

,

.

,

.

.

,

.

,

,

.

,

-

,

,

,  
 .  
 ,  
 ,  
 ,  
 .  
 -  
 .  
 -  
 ,  
 ,  
 .  
 ,  
 ,  
 ,  
 .  
 ,  
 .  
 ,  
 ,  
 ,  
 .

**1.2.**

(                    ),  
 .



(1).

[17].

$$I_1 = \sum_{i=1}^p n_i, \quad (1.1)$$

$n_i$  —

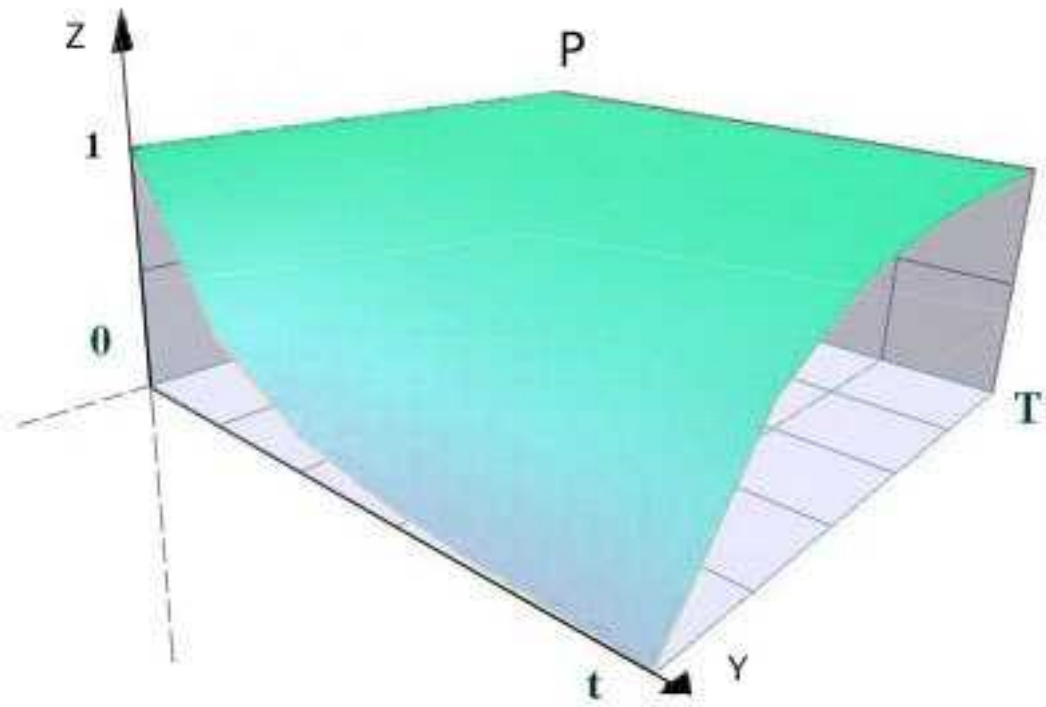
;

$I_2$  , .1.2.

« »  
.  
. 1.2

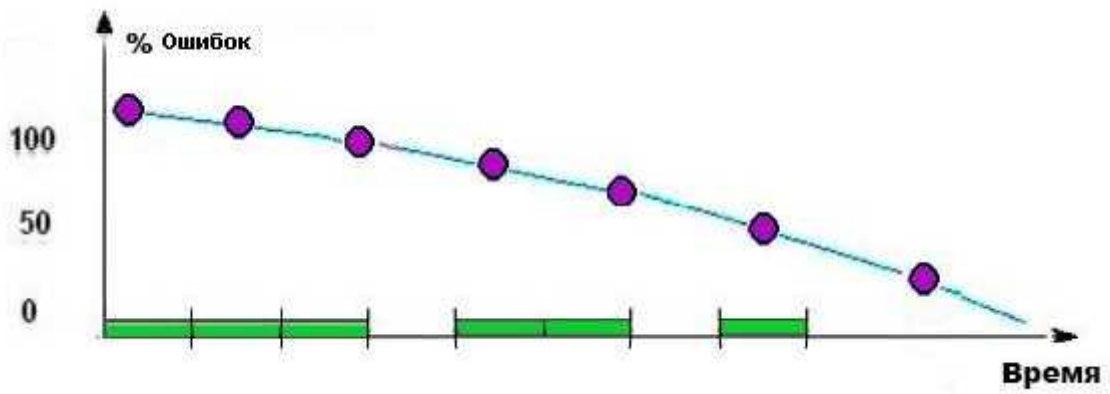
;  $t -$  ,  
;  $T -$

( ) ,  
« » [132].



. 1.2.

. 1.3.



. 1.3.

:

$$I_3 = P(t, T) = 1 - \exp(-at) + \exp(-at) \exp(-bT), \quad (1.2)$$

$$I_3 = P(t, T) - \quad ( \quad t )$$

$T( \dots )$  . 1.4).

$a$

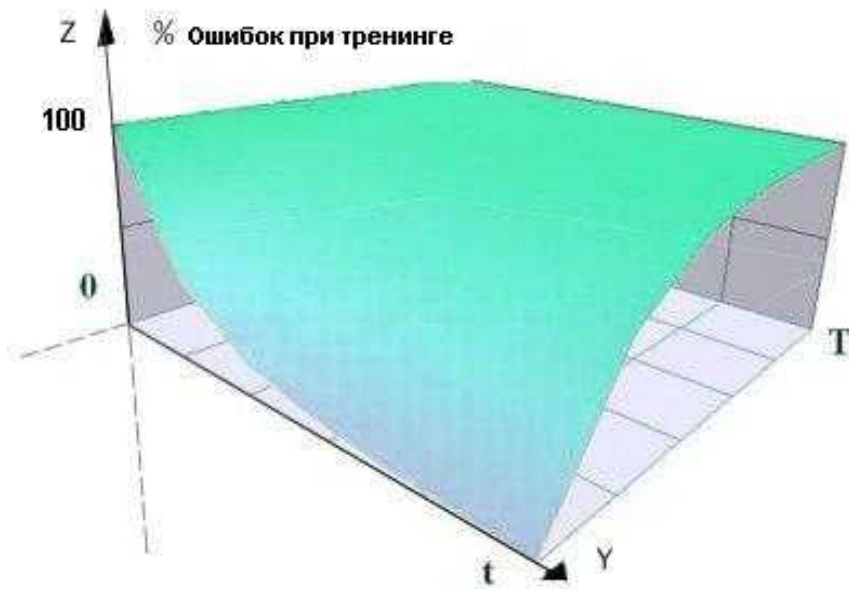
$b$  –

$a$   $b$

( .

2)

( . 3.3.3).



. 1.4.

$I_4$

$Y,$

$I_4$

$I_4$

$S_j$

$Y_j (j = 1 \dots R)$

$N$

$$I_4 = N \sum_{j=1}^R S_j,$$

(1.3)

( ) [132].

$T_{\max}$

( ).

$T_{\max}$

$T_{\max}$

$t = 0,$

$T_{\max}$

$T_{\max}$

$T_{\max}$

( , ).

( .

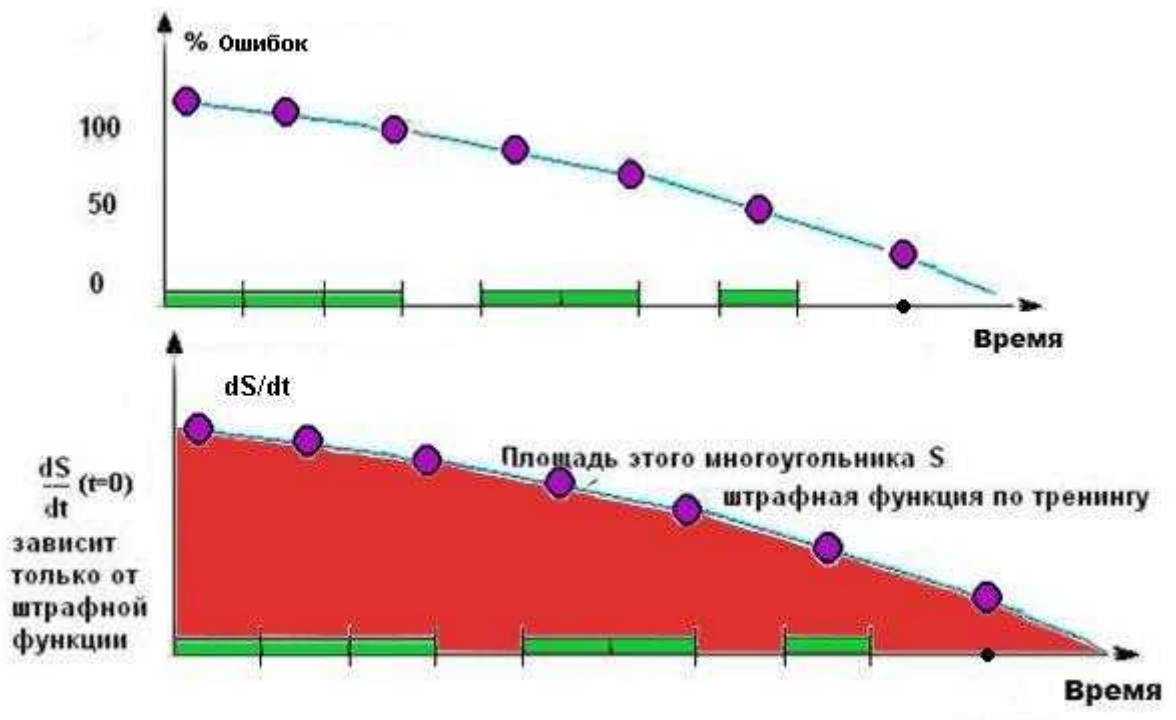
. 1.5),

$t = t_{\max}$

« »  $T = 0$  , (

)

[132].



. 1.5.

$$I_5 = k_1 \sum_{i=1}^n x_i + k_2 \prod_{i=1}^n x_i, \quad (1.4)$$

$i -$   
 $[0,1]; I_5 -$   
 $[35].$

### 1.3.

(1.1 (1.2, 1.3), 1.4)

### 1.4.

[1].

,  
[5].

( ) ,

[15].

, ,  
,

[9].

, , .

-

.

, , ,

,

,

.

« »

[56].

,

,

,

«

».

.

,

,



« »

(

) [19].

**1.5. Методология повышения эффективности обучения пилотов вертолетов на тренажере**

,

,

,

[56].

,

,

:

-

;

-

;

-

.

,

( )

,

[9].

( )

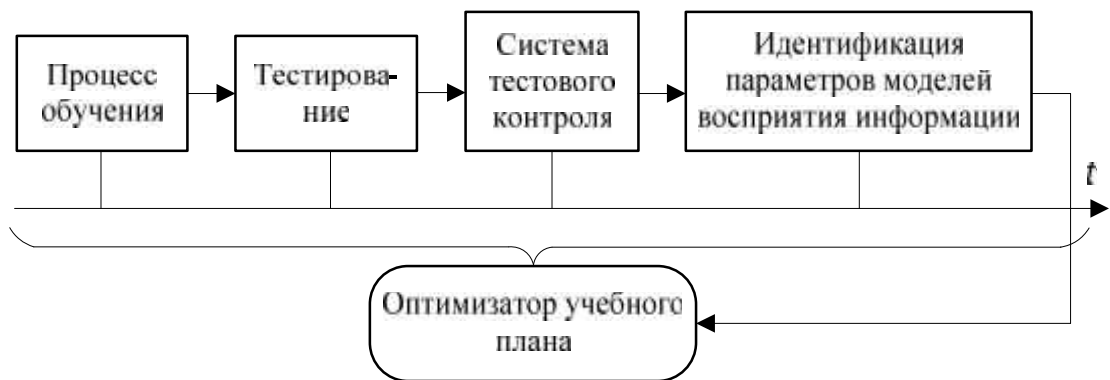
.

,

-

[19].

. 1.6.



. 1.6.

**1:**

1.

·  
:  
,  
,  
;

2.

,

« »

:

.

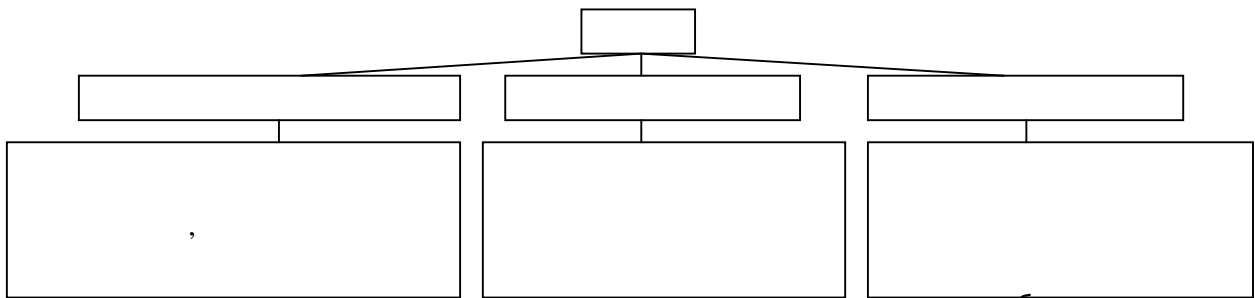
2

**2.1. Необходимость создания базы знаний в составе автоматизированной системы управления освоением вертолетождения**

,  
( ),

2.1

( ).



.2.1.

,

.

,

,

,

.

.

,

.

.

.

,

.

.

.

,

,

-

.

[115]:

1.

.

.

2.

.

.

3.

.

.

4.

.

.

5.

.

.

6.

.

,

.

7.

8.

[10, 16, 18, 36, 120].

[16, 118].

[120].

[18, 120].

( ),

117, 120]

,

-

,

, ...

.

,

{ }

,

(

< 2, ..., >

,

.

,

[18, 70, 103].

,

[16, 70, 118],

,

,

-

.

,

-

.

.

( )

:

- разработка алгоритмов приобретения и пополнения знаний в специальной базе знаний АСУО ВВ;

- разработка методики автоматизированного формирования учебно-тренировочных операций, обеспечивающей повышение дидактического потенциала специальной базы знаний АСУО ВВ;
- формирование обобщенной структурной модели автоматизированной системы управления освоением, как основы для создания предметной АСУО ВВ.

2.2,



. 2.2.

[115].

:



2.3.



. 2.3.

[115].

W

$\{K_n\}$

$\{r_{ij}\}$

$\langle r_{i_1}, r_{i_2}, \dots, r_{i_n} \rangle$

$n$

[18, 70, 103].

[16, 70, 120],

,

,

,

-

.

,

-

.

.

2.2.

[9].

-

,

.

.

[18]:

-

,

,

;

-

;

-

,

;

-

,

-

,

,

.

,

-

[69],

( ),

( ),

[72,

75].

;

-

-

,

,

.

( )  $A = \{A_1, A_2\}$ ,  $A_1$  -

$B = \{B_1, B_2\}$ ,  $B_1$  -

$B_2$  -

.

$C = \{C_1, C_2, C_3\}$ ,  $C_1$  - ;  $C_2$  - ;  $C_3$  -

.

,

$M = \{M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6\}$ ,  $M_1$  - ;  $M_2$  -

;  $M_3$  - ;  $M_4$  - ;  $M_5$  -

;  $M_6$  - .

$M$

.

.

-

- :
- $A_1 \wedge B_1 \wedge C_1 \rightarrow M_5;$
- $A_1 \wedge B_1 \wedge C_2 \rightarrow M_1;$
- $A_1 \wedge B_1 \wedge C_3 \rightarrow M_1, M_2;$
- $A_2 \wedge B_1 \wedge C_1 \rightarrow M_2, M_{23};$
- $A_2 \wedge B_1 \wedge C_2 \rightarrow M_6;$
- $A_2 \wedge B_1 \wedge C_3 \rightarrow M_2;$
- $A_2 \wedge B_2 \wedge C_1 \rightarrow M_{23};$
- $A_2 \wedge B_2 \wedge C_2 \rightarrow M_3;$

$$\begin{aligned}
 A_2 \wedge B_2 \wedge C_3 &\rightarrow M_2; \\
 A_1 \wedge B_2 \wedge C_1 &\rightarrow M_4; \\
 A_1 \wedge B_2 \wedge C_2 &\rightarrow M_4, M_{43}; \\
 A_1 \wedge B_2 \wedge C_3 &\rightarrow M_3, M_{23};
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

$M_{23}$  - [118];  $M_{43}$  - .  
 ,  
 « »  $D$  « »  $E$  [18, 45]. « »  
 $D_1$   $D_2$ , « »  
 $E_1$   $E_2$  .  
 :

$$\begin{aligned}
 D_1 \wedge E_1 &\rightarrow M_1; \\
 D_1 \wedge E_2 &\rightarrow M_4; \\
 D_2 \wedge E_1 &\rightarrow M_2; \\
 D_2 \wedge E_2 &\rightarrow M_3,
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

(2.1)

[118].

(2.1)

(2.2)

[119].

.  
, , -  
, ,  
, , ,  
, , ,  
, , ,  
, , ,  
, , , .  
, .  
-  
, .

[2, 9],

, ,  
· , ,  
( ), ,

[76].

[59, 125, 126].

, :  
, ,  
, , , .



( [5]):

$$M = (A, D, C, M_s, M_{su}, V, V_u, M_{as}, O_u, O_a),$$

- [150];

- [123];

- ,

. . [8, 35];

- , [1, 8, 158].

**2.3.**

( )

( ) [18].

, [16, 18]:

( ):  $\{(A_i y^i)\}, \{r_i\}$ ,

$A_i^-$  ;  $y^i^-$  ;  $r_i^-$  ( )

- . ,

[13,15, 99, 119]:

- ,

;

- ;

- (

) ;

- .

PART OF

) ( , )

ROOT

:

NOT TERM

— -  
TERM.

:

- RULESFORCHOICE —

;

- FINDSIGN —

( , / . ), ( -  
, ) ( -  
)

SYSSLOT

( , ,

1S , PART OF) [3, 16].

( ):

1. .

2. —

:

- *S* (same) —

( , « » , « » ).

- *R* (range) —

( , , 1 5 ).

- *U* (unique) —

;

- *I* (independence) -

;

- *O* (override) —

,

3.

- REAL, INTEGER, BOOLEAN, TEXT;

- FRAME —

;

- TABLE —

;

- PROCEDURE —

..

FRAME

(

).

4.

( )

[18].

( ),

, ( / ) ,  
( ),  
, ,  
.

2.1.

, ,  
, . -  
, ,  
, .

2.1

<b>1</b>		-
<b>2</b>		-
<b>3</b>		-
<b>4</b>		-
<b>5</b>		-
<b>6</b>	[ ]	-
<b>7</b>		-
<b>8</b>		-

<b>9</b>		-
<b>10</b>		-
<b>11</b>		-

**2.4.**

2.1).

( ) [15, 76].

9 10 (

2.2.

2.2

1,	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

8	
9	
10	
11	
12	

,  
 ,  
 .  
 « » « ».  
 ,  
 10, , 1 - 12  
 , . ,  
 « »  
 « » «  
 », «  
 »  
 «  
 ». ,  
 « » 1 - 12.  
 .

2.3.

2.3

1	
2	
3	
4	
5	

6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	

1- 11

, 12- 16

-

,

.

### 2.2

-

, ,

( ).

-

1- 16

[89].

,

,

.

, , :

,

,

[15].

,

-

,

,

.

-

[89].

,

,

.

## 2.5.

### 2.5.1.

« » [16, 45, 89]. -  
 « » , :  
 « », « », « », « », « ».

: acquisition

( ) elicitation ( ).

1. -

- ,

.

2. -

-

,

3. -

,

« ».

[102],

:

- ;

- ;

- ;

- ;

- .

,

.



[79, 101]:

- — ( , - , , );

- — ;

- — ( , ;

« »;

).

2.5.2.

. 2.4.



. 2.4.

, ...

,

(

) [18].

-

,

,

,

,

,

-

...

:

$MZ_1 \rightarrow$

$\rightarrow$

$\rightarrow$

$\rightarrow MZ_2,$

$MZ_1-$

$; MZ_2-$

,

-

.

$MZ_1$

$MZ_2$

$MZ_1$

$MZ_2$

-

[18]:

-

;

-

$b;$

-

;

-

$d;$

-

(

) .

:

$MZ_1 = \langle a, b, c, d, e \rangle$

$MZ_1$

$\langle a, b, c, d, e \rangle$

,

:

-

$f$

-

$g;$

-

$h$  .

$MZ_2$  :

$$MZ_2 = [\langle a, b, c, d, e \rangle, \langle f, g, h \rangle].$$

$MZ_1$   $MZ_2$  ,

**BB**

:

-

;

-

;

-

;

-

;

-

,

( )

;

-

.

.

,

,

**2.5.3.**

[15].

( . 2.4).

:

$$M = \langle F, R, R_f, R_e \rangle,$$

$F-$

,

;

$R-$

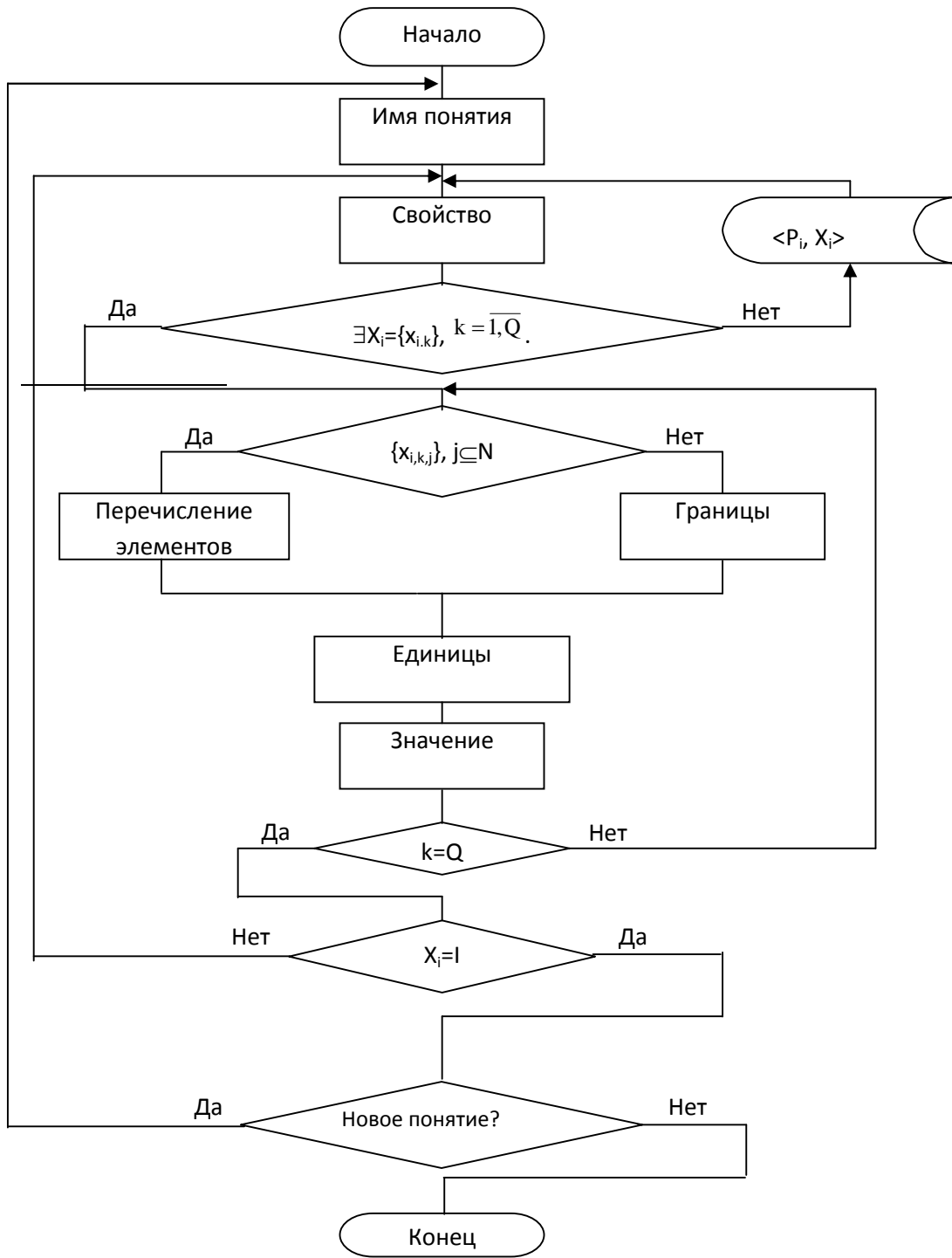
-

( ) ;  $R_f -$  , ( ) ;  $R_e -$   
 ( ) .

( ) . -  
 , ,  
 .  
 .  
 , ,  
 .

[18].

« — » .  
 « — » 2.5.  
 :  
 1 — .  
 2 - ( ) .  
 3 ?  
 4 ( ) ,  
 . -  
 ( , ) . 2-  
 , 2.  
 5 . ( ) ,  
 : ( / ) - ( ) .



. 2.5.

6. - , : -
- .
7. - , :  
( , ).
8. - .
- 9.

-( ).

10.

2-10

:

2.5.4.

( )

2.4

( ) [45]:

- (
- / );
- ( );
- ( );
- ( );
- ( );
- ( ).

Rf - ( ), Nrf - ( )  
 ), Arf - , Sm - , Ns - -  
 : Ans - , As - ( )  
 ), - , Ntr - .

2.4

1 - 3 -

( - ),

4 -

( - ).

	(X, Y)		
1	Gen – Sit – Neg –	X X X	Y Y Y
2	Ins-	X	Y
3	Com – Cor –	X X	Y Y
4	Fin – Cous – Pot –	X X X	Y Y Y
			Arf, Ns, Ntr Arf, As, Tr Arf, Sm, Ntr Nrf, Ns, Ntr Rf, Ans, Tr Rf, Sm, Ntr Arf, Ns, Ntr Nrf, Ns, Tr Nrf, Ns, Ntr

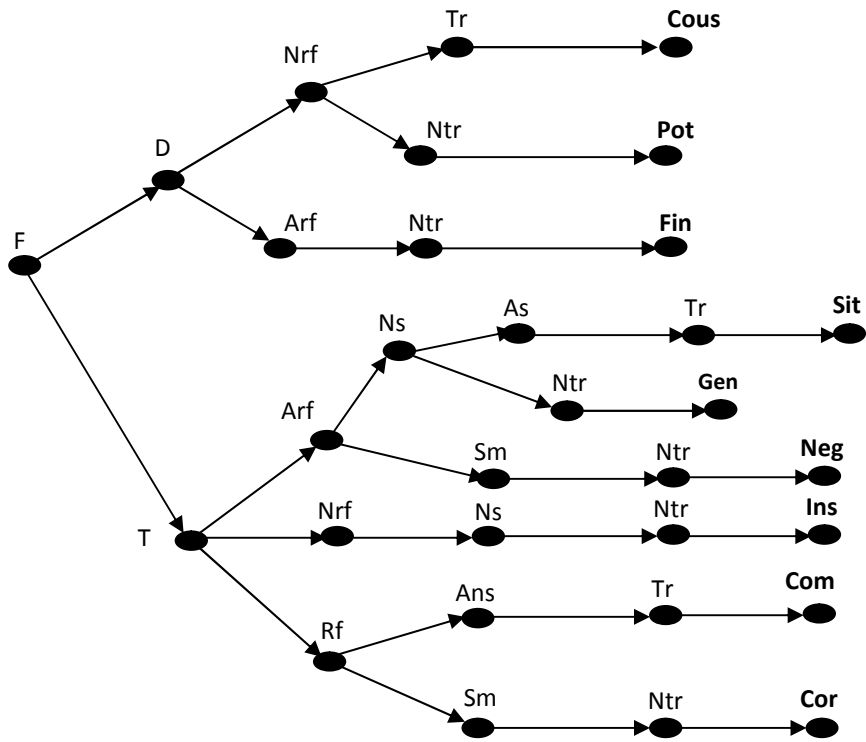
1 - 3

4

[18].

2.6.

);



. 2.6.

-  
 -  
 -  
 ).

[33]:

1 -

2 ,

$R_i := R_i$  ( ),  $R_i := BR_i A$  (



	)			
3				-
	$L_i,$			
	$AR_iB.$			
4				-
	,	F (first) (	2.3),	, - S
(second).				
5		L,		
6	-	,		- -
D.				
7		L,		
8			Rf Arf,	$L_i$
9			Sm,	$L_i$
10			Rf Arf	
	Sm,	$L_i$		
11			D Nrf,	$L_i$
12			F, , Arf, Ntr	-
Sm	L,		Gen ( , ).	
13	E		F, , Arf, As, ,	$L_i$ -
			Sit ( , ).	
14			F, , Arf, Sm,	$L_i$ -
			Neg ( , ).	
15.			F, T, Nrf	
Sm,	L,		Ins(A,B).	
16.			F, T, Rf, Tr	
Sm,	$L_i$		m(A,B)	

	17		F, , Rf,	
Sm,	$L_j$		$r( , )$ .	
	18		F, D, Arf, Ntr,	$L_j$
			Fin(A, ).	
	19		F, D, Nrf, ,	$L_j$
			Cous ( , ).	
	20		F, D, Nrf, Ntr,	$L_j$
			Pot ( , ).	

BB

:

,

.

## 2.6.

### 2.6.1.

, . [10, 16, 18].

:

,

-

.

,

( )

,

[37, 79, 89].

,

.

:

-  
, ;  
-

[18].

: ,  
, .  
,  
,

, [18].  
: « »,

( ).

[18]:

1. ( ) :

2. ( -

) ; -

« ».

( , , )

3.

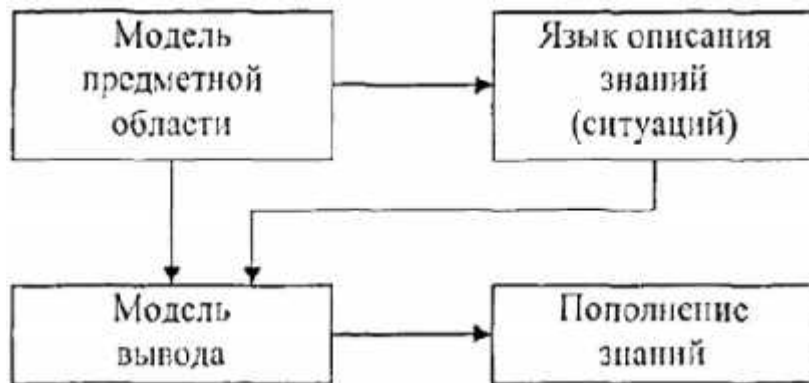
4.

—

( ,  
 ).

[18].

. 2.7 [18].

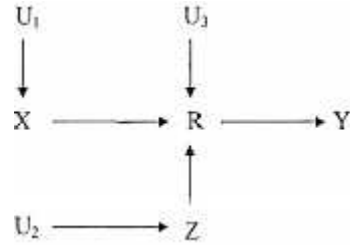


. 2.7.

2.6.2.

Z, X  $U_1, U_2, U_3$ ,  
 Y [18].

2.8.



. 2.8.

$$(n + 1)^{-} \quad R C X \times \dots \times X \times Y .$$

Y.

X, Z, R

$$U_1, U_2, U_3 : X = f_1(U_1), Z = f_2(U_2),$$

$$R = f_3(U_3) .$$

$$U_1, U_2, U_3$$

X,

Z

R [18].

BB

[98]:

X;

Z

R.

X

$$: X = 0.$$

[18].

:

$$F = \langle \quad , \quad , \quad \rangle$$

-

;

-

; -

; -

.

( , , -  
..).

( ).

- ( , -  
).

( ).

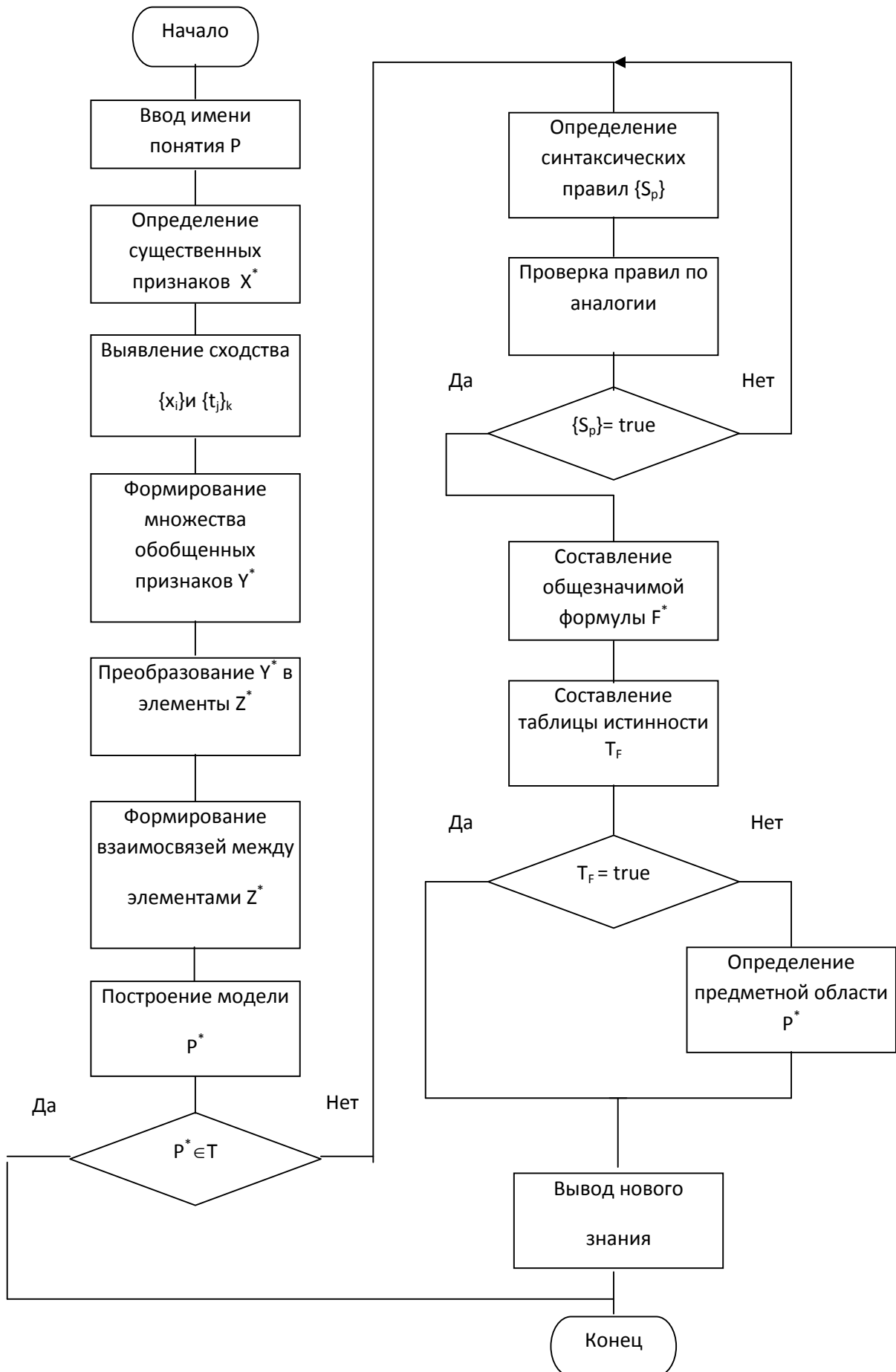
( ),

( ).

.2.9.

:

$$F = \langle , , , \Delta( ), \Delta( ), \Delta( ), \Delta( ) \rangle$$



, ,

.

( ), . ,

,  $\langle u_1, \dots, u_n \rangle^*$

-  
-  
-  
-

[99].

2.7.

-

- ( )

,

[5]. ,

. -

, , -

. , -

, -

[5]. ,

, .

, ,

. - , -

,



$O^-$  ;  
 $C^-$  , ;  
 $M_s^-$  ( ;  
 $M_{su}^-$  , 5, ;  
 $V^-$  ( );  
 $V_u^-$  ;  
 $M_{as}^-$  ;  
 $O_y^-$  ;  
 $O_a^-$  .  
 ,  
 .  
 :

$$(S(M_s), V(M_s), I(M_s)), \tag{2.3}$$

$$S(M_s) \quad M_s; \quad V(M_s) \quad M_s; \quad I(M_s)$$

$$M_s \cdot S(M_s) \quad ($$

$$, \quad \cdot \cdot), \quad M_s \cdot$$

$$V(M_s) \cdot$$

$$S(M_s) \cdot$$

$$I(M_s) \quad ( \dots )$$

$$S(M_s) \quad V(M_s) \cdot$$

$$O, O \quad :$$

$$O : (V_s, V) \rightarrow R ; \quad (2.4)$$

$$O : (M_a, M_{as}) \rightarrow R , \quad (2.5)$$

$V - , ; R -$   
 $; M_a - , -$

$$M_s \quad M_{su} \cdot$$

$$, \quad (2.4) \quad (2.5),$$

$$V_u \quad M_{su} \cdot$$

$$O, O \quad ,$$

$$M_1 \cdot$$

$$, \quad (2.3) \quad :$$

$$M_{1g} \quad M_{1f} :$$

$$M_t = (A, D, C, S(M_s), V(M_{su}), I(M_s), V, V_u, M_{as}, O_y, O_a) = M_{1g} M_{1f}, \quad (2.6)$$

$$M_{1g} = (A, C, S(M_s), V(M_s), I(M_s), V, M_{as}), \quad (2.7)$$

$$M_{1f} = (D, M_{su}, V_u, O_y, O_a). \quad (2.8)$$

$(2.8). D - M_s$

$( ) -$

(2.6).

$$\begin{aligned}
 & \dots, D, S(M_s) \cup V(M_s) \cdot \\
 & \dots, M_{su}, M_{as} \cap O \cdot \dots, V, V_u \\
 & O_y \dots \\
 & I(M_s) \cdot \\
 & \dots, S(M_s) \cup V(M_{su}), \\
 & \dots \\
 & ( \dots ), \\
 & ( \dots ) \\
 & (2.7).
 \end{aligned}$$

[5].

$$\begin{aligned}
 & \dots, V \dots ( \dots - \\
 & \dots ), \dots : \\
 & V = V_r V_c V_a V_r \cap V_c = \emptyset, V_r \cap V_a = \emptyset, V_c \cap V_a = \emptyset, \dots (2.9) \\
 & \dots V^- \dots ( \\
 & \dots v); v_c, v_a - \dots ( \\
 & \dots v). \\
 & (2.9)
 \end{aligned}$$

V,

$$V_c \cap V_a = \emptyset \quad |V_r| > 1 \quad V_c \cap V_a = \emptyset \quad |V_r| > 1$$

$M_s$ ,  $S(M_s)$  [5].  
 [5].  
 $gen(X)$ ,  $gen$   
 $X$ ,  $X$   
 $: gen(X) = X$ .  $gen(X)$   
 ( )  $X$ ,  
 $gen(X)$  -  $X$ .  
 $M_i$ ,  
 $gen(M_i)$

[5].

$gen(M_t)$ ,

$$M_t = \left\{ \left( gen^{(1)}(M_t); gen^{(2)}(M_t), \dots, gen^{(m)}(M_t) \right) \right\}. \quad (2.10)$$

$M_t$  .

$M_t$  .

$$(2.7) \quad S(M_s) \quad I(M_s)$$

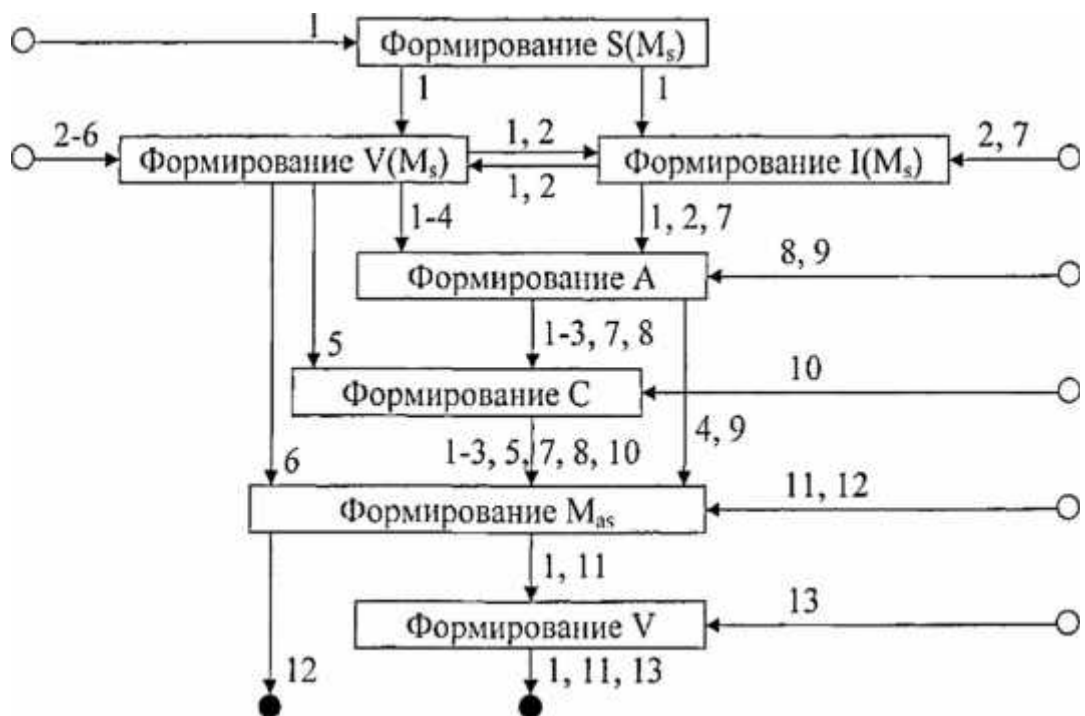
2.5.

2.5

	S(M <sub>s</sub> )	V(M <sub>s</sub> )	I( s)			as	V
1	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	+	+	+	+

3	-	+	-	+	+	+	+
4	-	+	-	+	-	+	+
5	-	+	-	-	+	+	+
6	-	+	-	-	-	+	+
7	-	-	+	+	+	+	+
8	-	-	-	+	+	+	+
9	-	-	-	+	-	+	+
10	-	-	-	-	+	+	+
11	-	-	-	-	-	+	+
12	-	-	-	-	-	+	-
13	-	-	-	-	-	-	+

2.10.



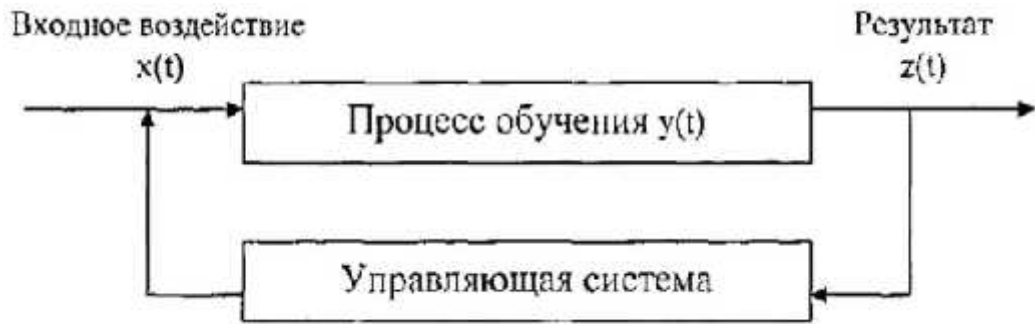
. 2.10.

2.8.

- ( , , );  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( )  
 ). ( ,  
 , )  
 .  
 , -  
 , -

[64, 119, 125],

2.11.



. 2.11.

$$\begin{cases} \frac{dy}{dt} = F(y(t), x(t)) \\ z(t) = Q(y(t), x(t)) \end{cases}, \quad (2.11)$$

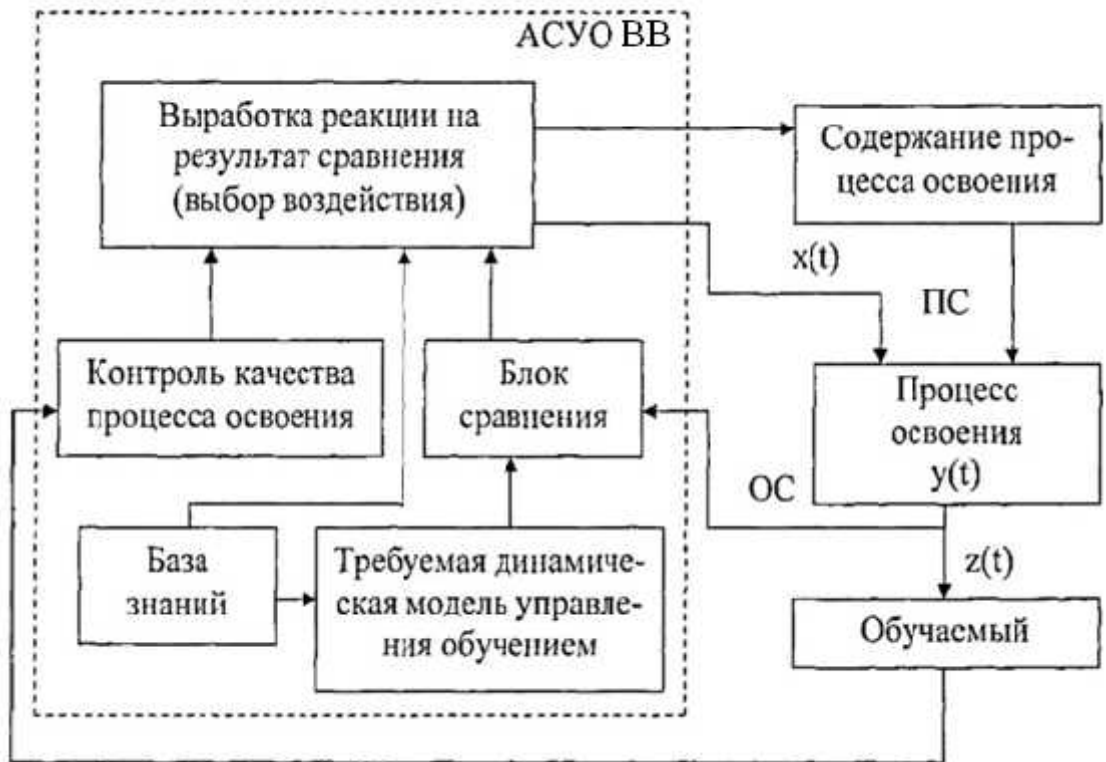
$x(t)$  - ( )  
 , , , ( )  
 , ( );  $z(t)$  -  
 ;  $y(t)$  -  
 , ..

$$\begin{cases} \frac{dy}{dt} = A(t)y(t) + B(t)x(t) \\ z(t) = C(t)y(t) + D(t)x(t) \end{cases}, \quad (2.12)$$

$A(t), B(t), C(t), D(t)$  - [15].



2.12.



. 2.12.

( 2.9)

( )

( )

[15].

2:

1.

,

,

;

2.

-

.

-

,

;

3.

.

,

( )

.

3

3.1.

( . 1),

« ».

:

,

,

,

( . 2),

:

,

,

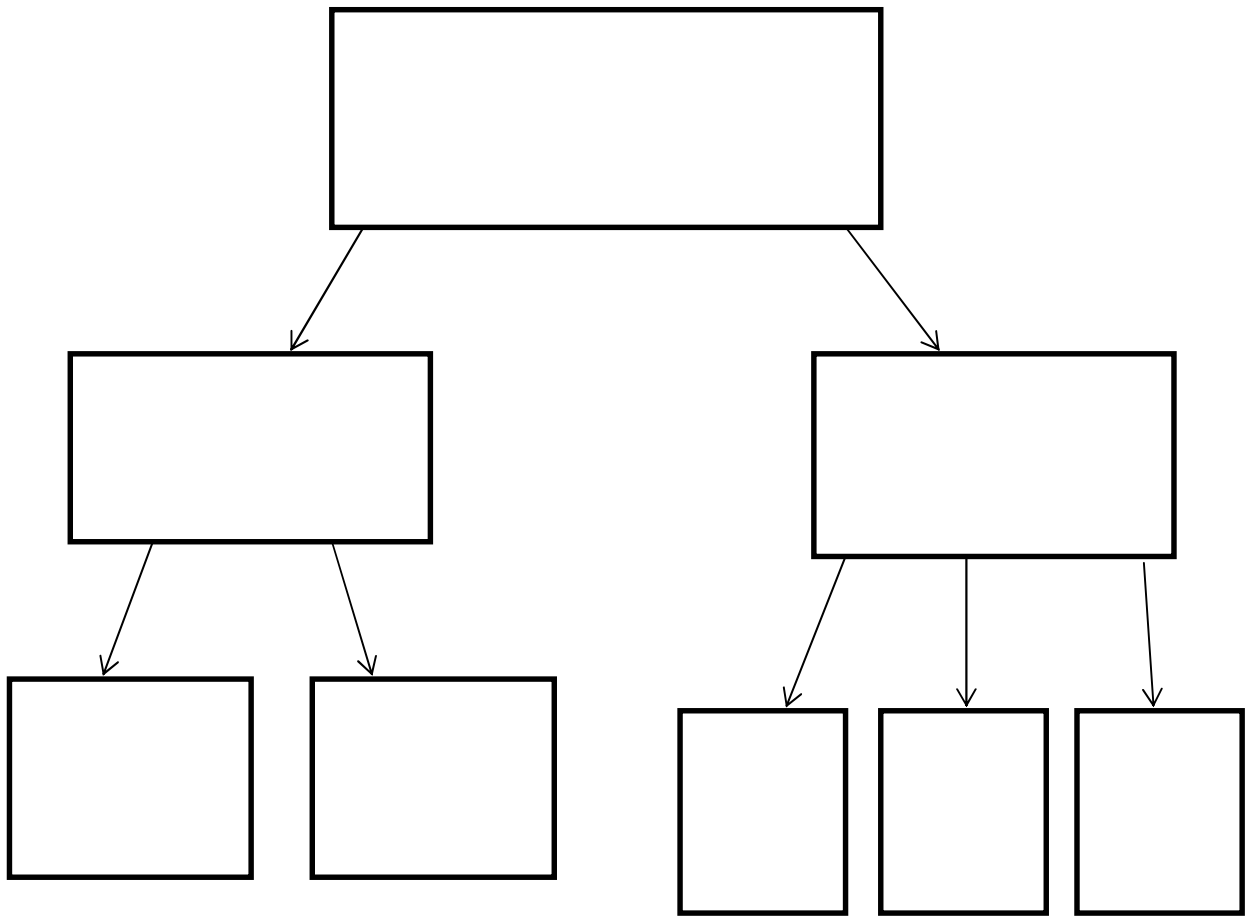
«

»

, 80%

20%

. 3.1.



. 3.1.

,

.

.

(

)( . 3.3.1; 3.3.2).

**3.2.**

1

,

( . 3.1).

	,	
	4.1	
	4.2	
	4.3	
	4.4	
	4.5	
	4.6	
	4.7	
	4.8	
	4.9	
	4.10	
	4.11	
	4.12	
	4.13	
	4.14	
	4.15	
	4.16	
	4.17	
	4.18	

/	3.2	« »
	3.3	
	3.4	
	3.7	ILS
	3.8	VOR/DME ; ;
	3.10	
	4.2	
	4.3	
	4.4	
	4.5	
( )	3.4	
	3.7	ILS
	3.8	VOR/DME ; ;
	3.10	

,

,

:

;

;

;

;

;

;

;

;

;

; ; ;  
 ; ; ;  
 ; ; ;  
 ; « » ;  
 ; ; ;  
 ; ILS;  
 ; ; VOR/DME;  
 .

**3.2.1.**

**3.2.1.1.**

$$t_i \quad (i = 1 \dots p) \quad i-$$

, ,

$$I_1 = \sum_{i=1}^p n_i, \tag{3.1}$$

$n_i$  – -  
 ; – ,  
 .  
 :

$$\sum_{i=1}^p t_i = T, \tag{3.2}$$

– .

**3.2.1.2.**

, ,  
 ,  
 ,  
 , (80%)  
 .  
 ,  
 .  
 .  
 20%

$T_n -$  ,

$t_1 -$  ;

$t_2 -$  ;

$t_3 -$  (

).

1.

( )

( )

2.

,

$$t_n = \sum_k^1 t_{n_k}, \quad (3.3)$$

$t_n [c] -$  ,

$n$

;

$t_{n_k} [c] -$  ,

;

$k -$

$n-$

;



$n -$  , .1.

3. ,

$$T_n = \sum_k^1 t_{n_k}, \quad (3.4)$$

$T_n[c] -$  ,  $n$   
( ) ;

$t_{n_k}[c] -$  ,  
( ) ;

$k -$   $n -$  ;

$n -$  , .1.

4. ,

,

:

$$\dagger_n = T_n V_n, \quad (3.5)$$

$\dagger_n[ ] -$  ,  
;

$T_n[c] -$  ,  $n$  .  
(3.3);

$V_n[ / ] -$  ( ,  
50 / ).

5. ( ,  
),

$$P_n = \frac{\dagger_n}{T_n}, \quad (3.6)$$

$P_n[ / ] -$  , ;

$$t_n [ ] - \dots, \dots$$

(3.5);

$$T_n [c] - \dots, \dots n \dots ( \dots )$$

(3.4).

6.

( \dots )

$$K_n = \frac{R_m}{\sum R_n}, \tag{3.7}$$

$$K_n - \dots n- \dots ;$$

$$R_m - \dots m- \dots ;$$

$$R_n - \dots ;$$

$$R_1 - \dots , \dots , \dots$$

7.

$$t_n = K_n \cdot \sum t_n, \tag{3.8}$$

$$t_n [ ] - \dots , \dots ;$$

$$t_n [ ] - \dots n- \dots ,$$

(3.5);

$$K_n - \dots n- \dots$$

(3.7).

8.

$$T_n = \frac{\dagger}{P_n^n}, \tag{3.9}$$

$$\begin{aligned} t_n [c] - & \quad ; \\ P_n [ / ] - & \quad . \end{aligned} \tag{3.6}$$

- 1.
- 2.
- 3.

$$T_n -$$

$$t_1 -$$

( 2 )

: 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18;

$$t_2 -$$

/ . , / : 3.2, 3.3, 3.4, 3.7, 3.8, 3.10, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5;

$$t_3 -$$

). : 3.4, 3.7, 3.8, 3.10.

(3.3):

$$T_{-1} = 10 + 4 + 8 + 8 + 8 + 8 + 12 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 14 + 12 + 8 + 10 + 8 + 16 = 176 [ . ];$$

$$T_2 = 10 + 8 + 10 + 8 + 8 + 8 + 4 + 8 + 10 + 10 = 84 [ \quad ];$$

$$T_3 = 9 + 7 + 7 + 7 = 30 [ \quad ].$$

(3.4):

$$T_1 = 14 + 8 + 11 + 11 + 11 + 11 + 22 + 19 + 19 + 19 + 19 + 16 + \\ + 11 + 11 + 11 + 14 + 11 + 24 = 262 [ \quad ];$$

$$T_2 = 14 + 11 + 8 + 8 + 11 + 11 + 8 + 11 + 14 + 14 = 110 [ \quad ];$$

$$T_3 = 7 + 7 + 10 + 10 = 34 [ \quad ].$$

( 50 / ).

(3.5).

$$\dagger_1 = T_1 \cdot V = 176 \cdot 60 \cdot 50 = 5.28 \cdot 10^5 [ \quad ];$$

$$\dagger_2 = T_2 \cdot V = 84 \cdot 60 \cdot 50 = 2.52 \cdot 10^5 [ \quad ];$$

$$\dagger_3 = T_3 \cdot V = 30 \cdot 60 \cdot 50 = 9 \cdot 10^4 [ \quad ].$$

(3.6).

$$P_1 = \frac{\dagger_1}{T_1} = \frac{5.28 \cdot 10^5}{262 \cdot 60} \approx 34 [ \quad / ];$$

$$P_2 = \frac{\dagger_2}{T_2} = \frac{2.52 \cdot 10^5}{110 \cdot 60} \approx 38 [ \quad / ];$$

$$P_3 = \frac{\dagger_3}{T_3} = \frac{9 \cdot 10^4}{34 \cdot 60} \approx 44 [ \quad / ].$$

(3.7)

( 1):

$$K_1 = \frac{R_1}{\sum R_n} = \frac{25}{48} = 0.52;$$

$$K_2 = \frac{R_2}{\sum R_n} = \frac{10}{48} = 0.21;$$

$$K_3 = \frac{R_3}{\sum R_n} = \frac{13}{48} = 0.27.$$

$$\dagger = \dagger_1 + \dagger_2 + \dagger_3 = 5.28 \cdot 10^5 + 2.52 \cdot 10^5 + 9 \cdot 10^4 = 8.7 \cdot 10^5 [ \quad ].$$

(3.8)

$$\dagger_{.1} = 0.52 * 8.7 \cdot 10^5 [ \quad ];$$

$$\dagger_{.2} = 0.21 * 8.7 \cdot 10^5 [ \quad ];$$

$$\dagger_{.3} = 0.27 * 8.7 \cdot 10^5 [ \quad ].$$

(3.9):

$$T_1 = \frac{\dagger_{.1}}{P_1} = \frac{4.524 \cdot 10^5}{34} = 13.305 \cdot 10^3 [ \quad ] = 221 [ \quad ];$$

$$T_2 = \frac{\dagger_{.2}}{P_2} = \frac{1.827 \cdot 10^5}{38} = 48.08 \cdot 10^2 [ \quad ] = 80 [ \quad ];$$

$$T_3 = \frac{\dagger_{.3}}{P_3} = \frac{2.35 \cdot 10^5}{44} = 53.39 \cdot 10^2 [ \quad ] = 89 [ \quad ].$$

20 %

221 . -

( 262);

80 . - / ( 110).

89 . - ( 34) (

).

$t_1, t_2 \dots t_n$ .

$t_1, t_2 \dots t_k$ .

$$t_i = t_i + t_i ;$$

$$t_i = T_n + T_n$$

,  $t_i = 0$ .

3.2.

3.2

		$t_i$ ( )	$t_i$ ( )	$t_i$ ( )
3.1		68	0	68
3.2	« »	88	20	108
3.3		70	16	86
3.4		122	43	165
3.5	(SID)	74	0	74
3.6	(STAR)	74	0	74
3.7	ILS	116	35	151
3.8	; VOR/DME ;	128	49	177

3.9		76	0	76
3.10		128	49	177
3.11		58	0	58
4.1		82	22	104
4.2		82	24	106
4.3		128	33	161
4.4		128	37	165
4.5		128	37	165
4.6		70	17	87
4.7		124	29	153
4.8		104	26	130
4.9		104	26	130
4.10		104	26	130
4.11		104	26	130
4.12		94	24	118
4.13		88	23	111
4.14		84	21	105
4.15		70	17	87
4.16		84	22	106
4.17		70	17	87

4.18		134	36	170
------	--	-----	----	-----

**3.2.2.**

( )

**3.2.2.1.**

$t_i (i = 1 \dots p)$   $i-$

$$P(t, T) = 1 - \exp(-at) + \exp(-at)\exp(-bT), \tag{3.10}$$

$P(t, T)$  - ( )

,  $T$  ( . . 1.4).  $a$

$b$  - , , , , ,

, , , , ,

, , , , ,

.  $a$

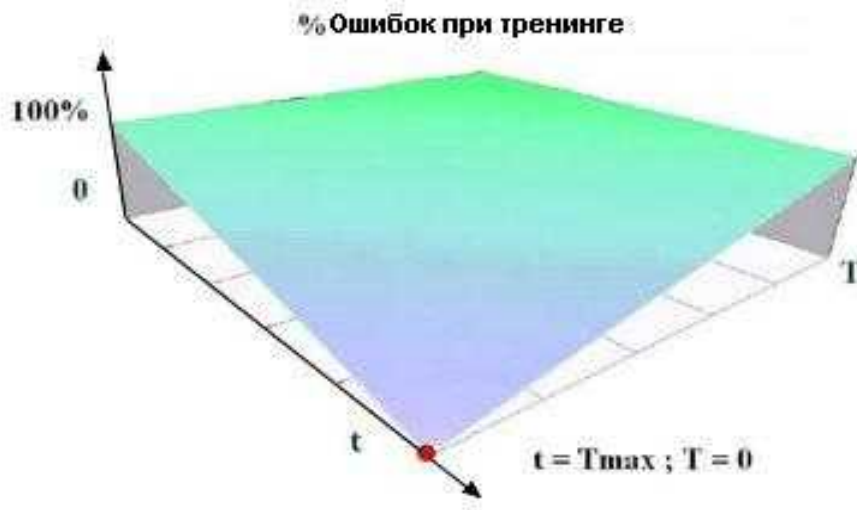
$b$  [132].

**3.2.2.2.**

(1.2)

( ) . 3.2.





. 3.2.

$$t = T_{max}$$

$$T = 0$$

$$a t + a_0 = b, \quad t - , b -$$

,

t

.

:

$$\begin{cases} a_1 t_1 + a_0 = b_1; \\ a_1 t_2 + a_0 = b_2; \\ \dots \\ a_1 t_n + a_0 = b_n, \end{cases} \quad (3.11)$$

$$t_1, t_2, \dots, t_n -$$

$$; b_1, b_2, \dots, b_n -$$

$$(3.11) :$$

$$b_u = \sum_{i=0}^1 a_i t_{0u}, \quad (3.12)$$

$$b_u = a_0 t_{0u} + a_1 t_{1u}, \quad u = \overline{1, n}. \quad (3.13)$$

-

$$T = \begin{pmatrix} t_{01} & t_{11} \\ \dots & \dots \\ t_{0n} & t_{1n} \end{pmatrix}, \quad (3.14)$$

( ) :

$$b = T a . \tag{3.15}$$

$a$

$$a = (T^T T)^{-1} T^T b . \tag{3.16}$$

$T_{max}$  ,

,

•

$T_{max}$

$$a_1 T_{max} + a_0 = 0 , \tag{3.17}$$

$$T_{max} = \frac{-a_0}{a_1} , \tag{3.18}$$

(« » ,

,

$a_0$

) [132].

3.3.

3.3

		,  ( .)
3.1		100
3.2	« »	110
3.3		100

3.4		130
3.5	(SID)	125
3.6	(STAR)	125
3.7	ILS	130
3.8	; VOR/DME ;	140
3.9		110
3.10		135
3.11		100
4.1		120
4.2		115
4.3		150
4.4		150
4.5		160
4.6		100
4.7		135
4.8		120
4.9		120
4.10		120
4.11		120
4.12		100

4.13		95
4.14		110
4.15		90
4.16		100
4.17		90
4.18		180

### 3.2.2.3.

- S.

—

$$\frac{dS}{dt_0} \frac{T_{\max}}{2} = S, \quad (3.19)$$

$$\frac{dS}{dt_0} \Big|_{t=0} = \dots$$

$$\frac{dS}{dt_0} = \frac{2S}{T_{\max}} \quad (t=0);$$

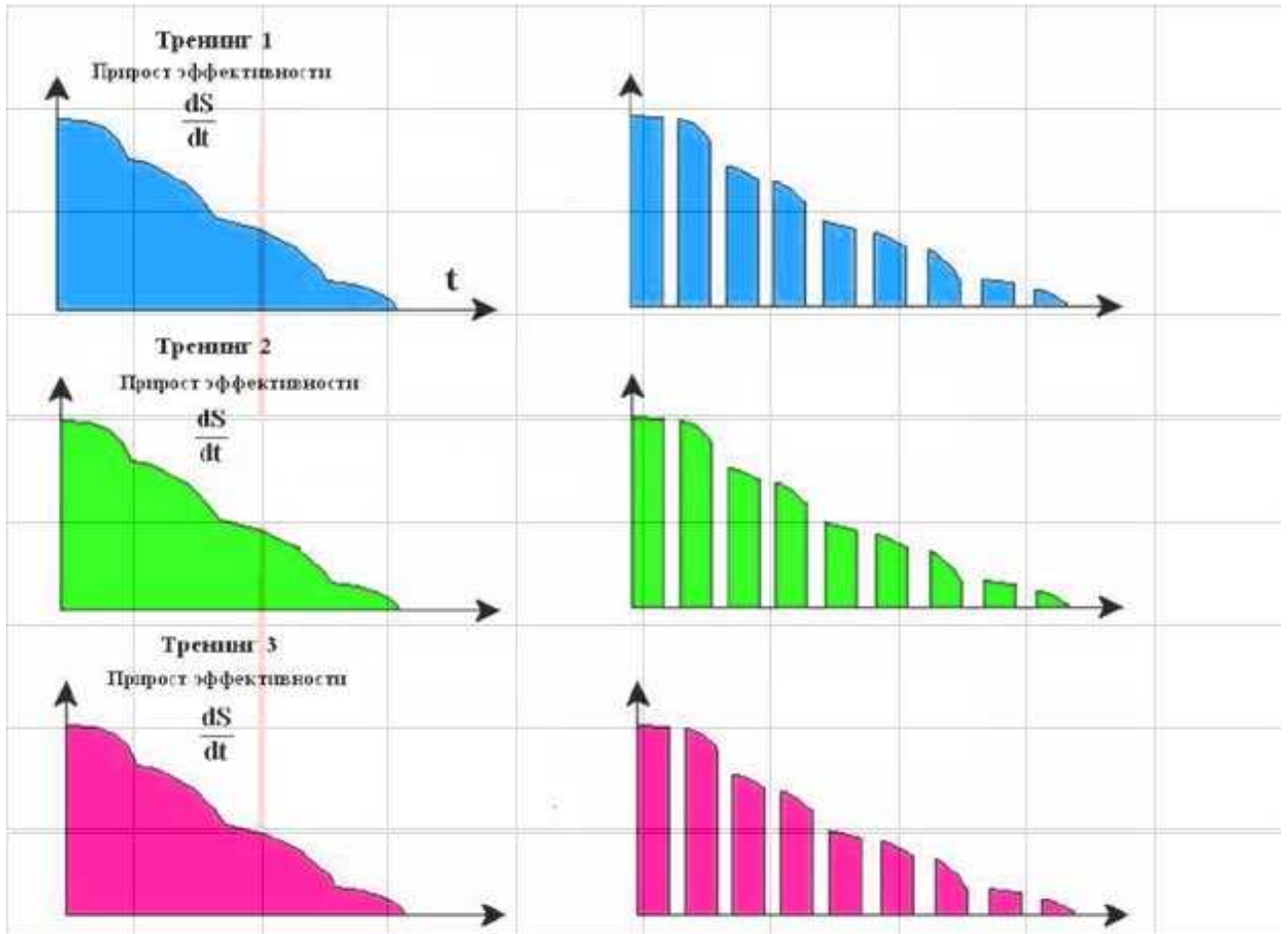
$$\frac{dS}{dt_0} = 0 \quad (t=T_{\max}).$$

—

$$a_1 \quad a_0. \quad T_{\max} \quad \frac{dS}{dt}$$

$$t = 0 \quad \cdot$$

( .3.3).



.3.3.

, , ( , , ) , « — »

$$\frac{dS}{dt}$$

,  $T_{max}$  ,

$T$  ,

$$\frac{dS}{dt}$$

—  $T_{max}$  ,

$T$

( . 3.4).

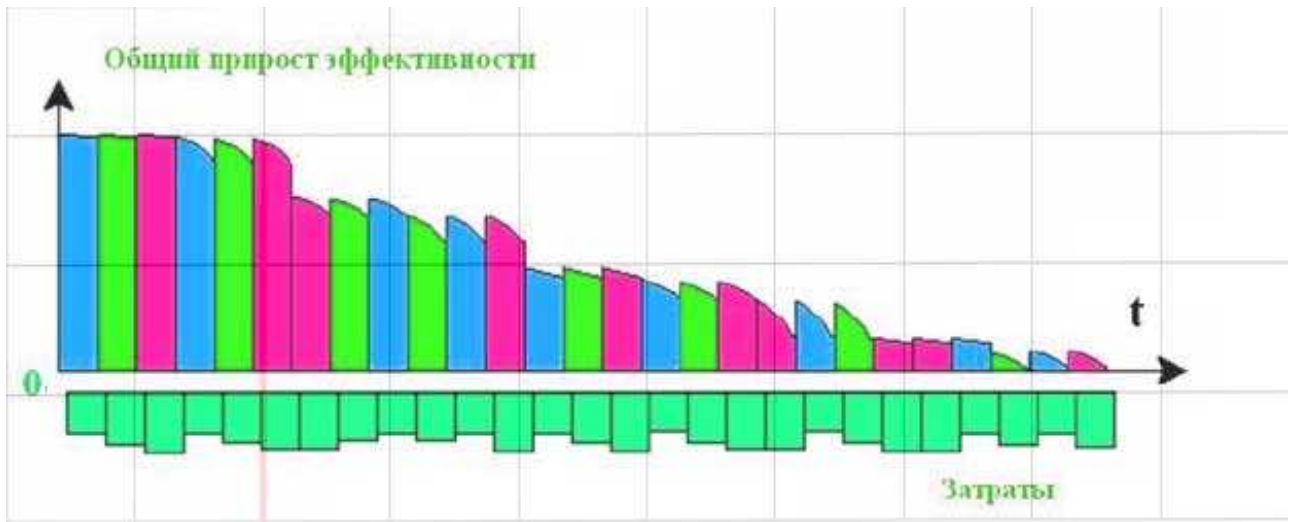
, ,

$T_{max}$

(  $T$  )

,

. 3.3.



. 3.4.

,

( )

.

,

- [132].

**3.3.**

**3.3.1.**

[7]

$m$   $n$

;

;

$\Delta t_j$

$$\Delta t_0 \cdot x_j = \frac{\Delta t_0}{\Delta t_j};$$

;

$I_5( \cdot (1.4), \cdot 1.2).$

**3.3.2.**

«

».

« »

( ).

3.3.2.1.

( .3.5):

$$x_i(t_j) = (1 - e^{-r_j t_j})^{q_j}; \quad i = 1 \dots n, \quad (3.20)$$

$x_i(t_j)$  -

,  $i$  -

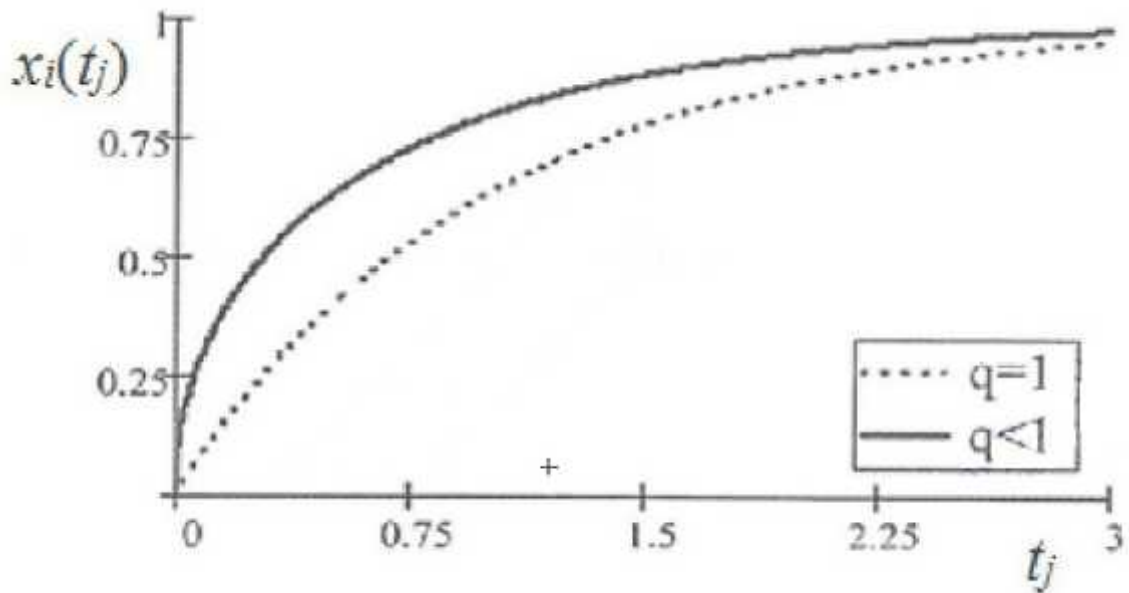
,  $j$  -

,  $t_j$  -

,  $r_j$  -

,  $q_j \leq 1$  -

,  $n$  -



.3.5.

.3.5 ,

(

$q_j$ ,

),

,

.

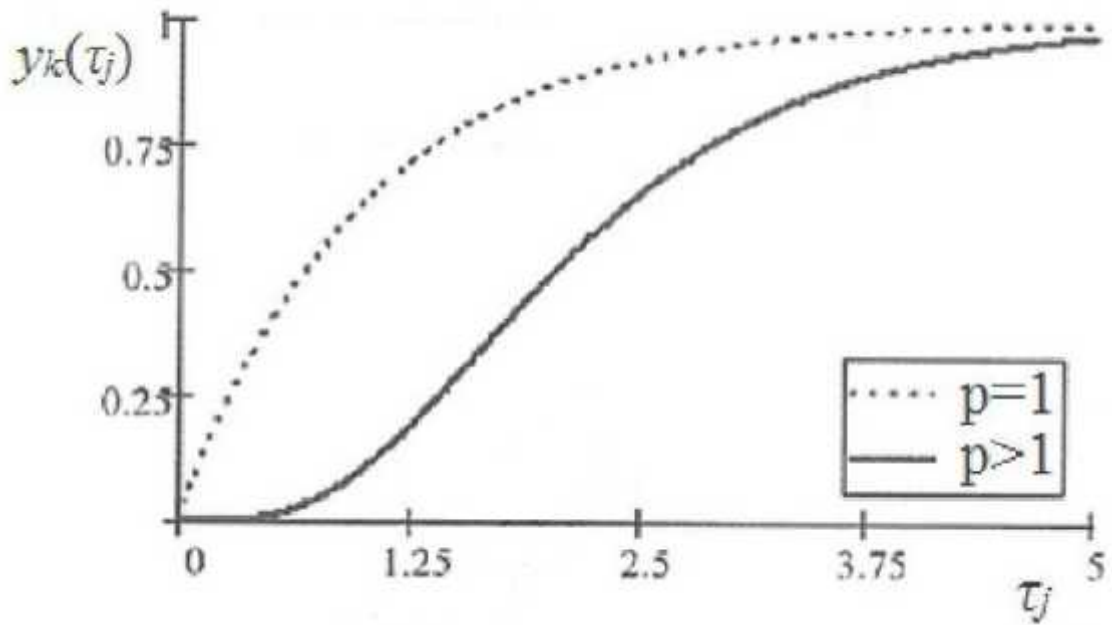


. 3.6.

[8]:

$$y_k(\tau_j) = (1 - e^{-s_j \tau_j})^{p_j}; \quad k = 1 \dots m, \quad (3.21)$$

$y_k$  - ,  $k$  -  
 ,  $j$  - ,  $\tau_j$  - ,  $s_j$  -  
 ,  $p_j > 1$  -



. 3.6.

[15].

$$\begin{aligned}
 & \cdot \quad v = 1 \dots N \quad n + m \\
 & \cdot \quad : n \\
 & m \quad \cdot \\
 & \cdot \\
 (3.20), \quad & \quad \quad \quad (3.21),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & r_j, s_j, q_j, p_j \\
 & \cdot \\
 & \cdot \quad r_j(v) \quad s_j(v) \\
 & \quad \quad \quad (v-1) \\
 & r_j(v) = r_j(v) + l_j x_j(v-1) ; s_j(v) = s_j(v) + k_j y_j(v-1), \quad (3.22)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \ll \quad \quad \quad \gg \\
 & \quad \quad \quad , \\
 & \quad \quad \quad , \quad l_j \quad k_j \\
 & \quad \quad \quad ; \quad x_j(v-1) \quad y_j(v-1) \\
 & \quad \quad \quad \cdot \\
 & \quad \quad \quad : \quad (j=1), \\
 & (j=2) \quad (j=3), \quad x_j \\
 & y_j \quad \cdot
 \end{aligned}$$

, ( . (1.4), 1.2),

$$z = \sum_{j=1}^3 \left[ C_1 \sum_{i=1}^n x_i(t_j) + C_2 \sum_{k=1}^m y_k(\dagger_j) \right] = \sum_{j=1}^3 \left[ C_1 n (1 - e^{-r_j s_j})^{q_j} + C_2 m (1 - e^{-s_j \dagger_j})^{p_j} \right] \Rightarrow \max, \quad (3.23)$$

$x_i(t_j)$

,  $i =$

,  $r_j =$

,  $q_j, \leq 1 =$

,  $n, m =$

;  $y_k =$

,  $k =$

,  $j =$

,  $\dagger_j =$

,  $t_j, s_j =$

,  $p_j > 1 =$

,  $C_1, C_2 =$

$r_j, s_j, q_j, p_j$

( )

$z$

(3.24)

(3.25).

$$nt_j + m\dagger_j < T, \quad (3.24)$$

$$u_1 < \dagger_j < \Delta_1, u_2 < t_j < \Delta_2. \quad (3.25)$$

:

$r_j, s_j, q_j, p_j$

$l_j, k_j$

(3.23)

(j = 3)

$r_3, s_3$

(3.2),

$$q_j = p_j = 1$$

$$z_3 = C_1 n r_3 t_3 + C_2 m s_3 \tau_3 \Rightarrow \max_{t_3, \tau_3};$$

$$n t_3 + m \tau_3 < T;$$

(3.26)

$$u_1 < \tau_3 < \Delta_1, u_2 < t_3 < \Delta_2 \quad C_1 = C_2 = 1.$$

$$(r_3 > s_3),$$

T

$$t_3 = \Delta_2,$$

$$\tau_3 = u_1.$$

(j = 1),

(5)

$$C_1 = C_2 = 1, q_1 = 1/4, p_1 = 1$$

$$z_1 = n(1 - e^{-r_1 t_1})^{1/4} + m(1 - e^{-s_1 \tau_1}) \Rightarrow \max_{t_1, \tau_1};$$

$$n t_1 + m \tau_1 < T;$$

(3.27)

$$u_1 < \tau_1 < \Delta_1, u_2 < t_1 < \Delta_2.$$

$$t_1 = u_2, \tau_1 = \Delta_1.$$

$$j=2$$

$$(3.24) \quad (3.25).$$

6 —

$$c_1, c_2, \Gamma_j, S_j, q_j, P_j$$

[15].

### 3.3.3.

#### 3.2.2.1

$$(3.10),$$

$$a \quad b,$$

$b$

$a$

$$: \quad a \quad b,$$

$$y(t, T), \quad -$$

$$t+T, \quad t -$$

$$, T-$$

$$( \quad ) \quad ,$$

$$\Gamma_j, S_j, q_j, P_j \quad ( \quad , \quad , \quad ).$$

$$(3.10), (3.20) \quad (3.21)$$

:

$$y(t) = f(r, t), \quad (3.28)$$

$r -$  ( ) , ( ) .

:

$$r^* = \arg \min_r (y(t) - f(r,t))^2. \tag{3.29}$$

.

( )

[52, 30, 163, 54].

,

,

,

.

[53].

,

,

,

.

( ),

,

:

,

( )

.

,

[55, 130, 29, 43,

29, 44].

(

)

,

( ) [71].

( ) [44, 31, 160],

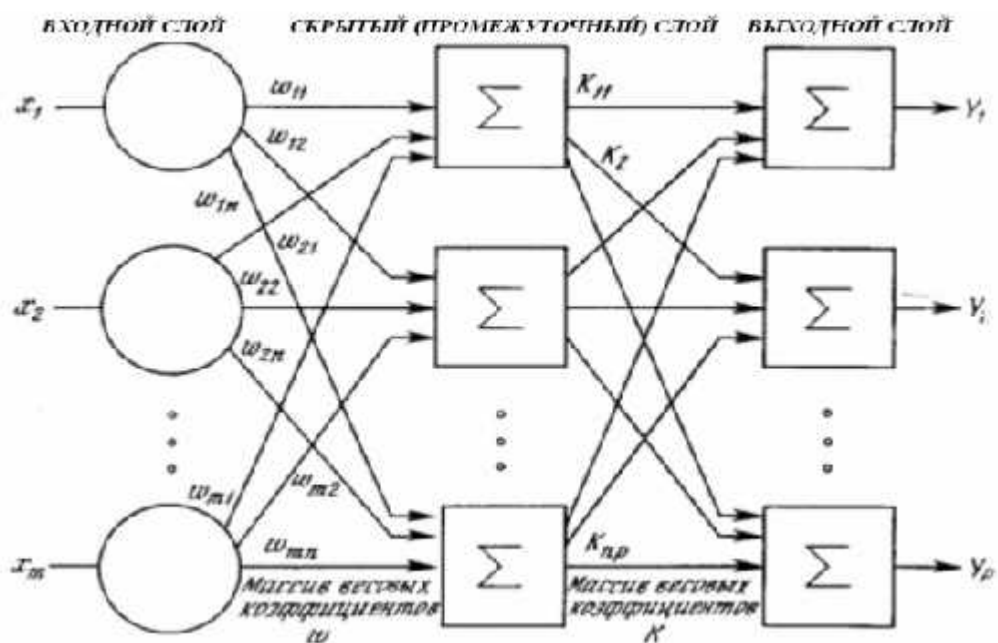
,

( ):

124, 24].

[66, 116, 127, 129,

$w,$   
 $Y$   $X$  ( . 3.7).



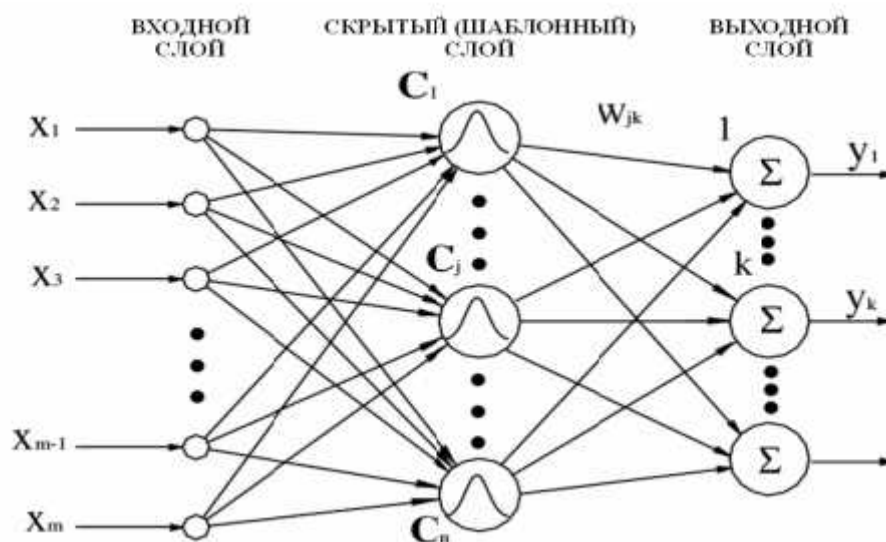
.3.7.

.3.7).

[127, 82],

( .3.8).



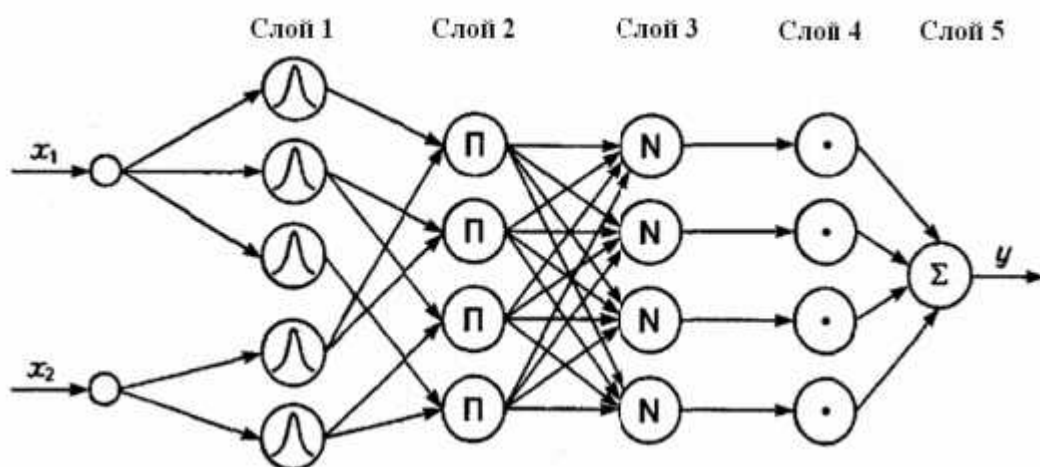


. 3.8.

[66, 107, 48, 144].

(Anfis – Adaptive neuro-fuzzy inference system),

( . 3.9).



. 3.9.

2 – ( ) ; 3 – (x);  
 ; 4 – ; 5 –  
 (y), .

a

[62].

( ) , ,

[66, 127].

( . 3.10)

( ) .

(



. 3.10.

( )

( ) ,  $\mathbb{E}_s = \{\Phi, a\}$   
 ( ) )  $a$  ( )  
 )

 $\hat{Z}[m]$ 

:

$$C[\mathbb{E}_s] \rightarrow \min_{\mathbb{E}_s \in \mathcal{E}_s} C \Rightarrow \mathbb{E}_s^{opt} = \{\Phi_{opt}, a_{opt}\}, \quad (3.30)$$

:

$$C_{sred} = M_0 \left\{ \left\| Y^*[m+n] - \hat{Y}[m+n] \right\| \right\}, \quad (3.31)$$

 $M_0$  –

;

,

( )

(

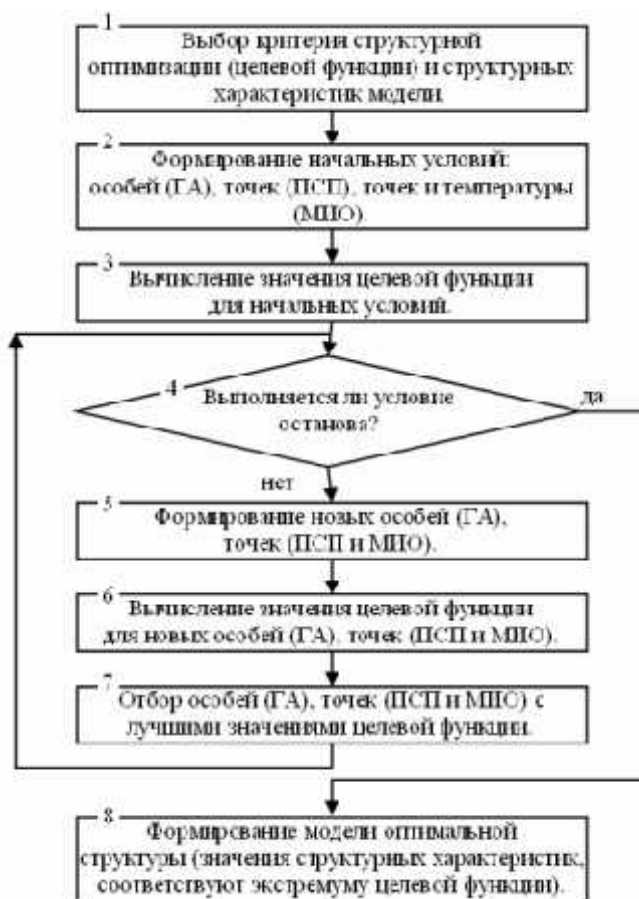
,

),

[63, 46, 68] (

).

## . 3.11. [20, 32]



## . 3.11.

( . . 3.11):

1.

(

).

:

(

)

2.

( , ,  
, ).

3. .

,  
( , ).

4. ? ,

8, - 5. ,

:

-

;

-

;

-

;

-

,

2;

-

.

5.

,

2.

,

,

.

.

6.

3.

7.

.

(

).

4.

8.

( ),

[21]

[155].

$r_j, s_j, q_j, p_j$

$$m = 2 \quad n = 4 .$$

3.4 3.5 (

3.4

3.5 -

).

$$\epsilon = 1 \quad 6$$

$$T = 785 \quad .$$

		$/ t$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$y_1 / x_1$	$y_2 / x_2$	$y_3 / x_3$	$1 / 1$	$2 / 2$	$3 / 3$
1	$y_1$	196	4,2	3,7	1,2	0,81	0,69	0,19	0,022	0,016	0,008
2	$y_2$	167	3,9	3,2	0,7						
3	$x_1$	118	4,99	4,1	2,7						
4	$x_2$	93	4,97	3,8	2,4	0,996	0,79	0,51	0,117	0,042	0,018
5	$x_3$	118	4,99	4,1	2,7						
6	$x_4$	93	4,97	3,8	2,4						

$$\epsilon = 2$$

		$t$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$y_1/x_1$	$y_2/x_2$	$y_3/x_3$	$1/1$	$2/2$	$3/3$
1	$y_1$	220	4,5	3,9	1,3	0,85	0,75	0,21	0,024	0,017	0,008
2	$y_2$	185	4	3,6	0,8						
3	$x_1$	105	4,91	4	2,5	0,977	0,76	0,475	0,076	0,039	0,018
4	$x_2$	85	4,86	3,6	2,25						
5	$x_3$	105	4,91	4	2,5						
6	$x_4$	85	4,86	3,6	2,25						

-

,

-

.

‡

 $t$ 

« »

 $T = 785$  .

4-6

 $u_j$ 

,

7-9 -

 $y_j x_j [15]$ .

### 3.3.4.

c

(3.23)

( , , )

.



$$z = \sum_{j=1}^3 \left[ C_1 \sum_{i=1}^n x_i(t_{ij}) + C_2 \sum_{k=1}^m y_k(\dagger_{ij}) \right] = \sum_{i=1}^n C_1 (1 - e^{-r_j t_{ij}})^{q_j} + \sum_{i=1}^m C_2 (1 - e^{-s_j \dagger_{ij}})^{p_j}.$$

C

$$z_1 = C_1 \sum_{i=1}^n x_i(t_{i1}) + C_2 \sum_{k=1}^m y_k(\dagger_{i1}) = \sum_{i=1}^n C_1 (1 - e^{-r_1 t_{i1}})^{q_1} + \sum_{i=1}^m C_2 (1 - e^{-s_1 \dagger_{i1}})^{p_1}, \quad (3.32)$$

:

$$n t_1 + m \dagger_1 \leq T;$$

$$u_1 < \dagger_1 < \Delta_1, u_2 < t_1 < \Delta_2.$$

:

$$z_2 = C_1 \sum_{i=1}^n x_i(t_{i2}) + C_2 \sum_{k=1}^m y_k(\dagger_{i2}) = \sum_{i=1}^n C_1 (1 - e^{-r_2 t_{i2}})^{q_2} + \sum_{i=1}^m C_2 (1 - e^{-s_2 \dagger_{i2}})^{p_2}, \quad (3.33)$$

:

$$n t_2 + m \dagger_2 < T;$$

$$u_1 < \dagger_2 < \Delta_1, u_2 < t_2 < \Delta_2.$$

:

$$z_3 = C_1 \sum_{i=1}^n x_i(t_{i3}) + C_2 \sum_{k=1}^m y_k(\dagger_{i3}) = \sum_{i=1}^n C_1 (1 - e^{-r_3 t_{i3}})^{q_3} + \sum_{i=1}^m C_2 (1 - e^{-s_3 \dagger_{i3}})^{p_3}, \quad (3.34)$$

:

$$n t_3 + m \dagger_3 < T;$$

$$u_1 < \dagger_3 < \Delta_1, u_2 < t_3 < \Delta_2$$

$$C_1 = C_2 = 1.$$

(  
) ,  
( ) .  
:

$$f(\epsilon) = f(x_1, \dots, x_n) \quad \epsilon = \begin{pmatrix} t \\ \text{---} \\ \dagger \end{pmatrix} \quad n+m$$

$$g_j(\epsilon) = 0, \quad j = 1, \dots, l; \quad g_j(\epsilon) \leq 0, \quad j = l+1, \dots, p,$$

$$( \quad \quad \quad l = 1, p = n+m).$$

$$\sum_{i=1}^{n+m} \epsilon_i = T;$$

$$u_i < \epsilon_i < \Delta_i.$$

$$, \dots \quad \epsilon^* \in X,$$

$$f(\epsilon^*) = \min_{\epsilon \in X} f(\epsilon), \tag{3.36}$$

$$X = \left\{ \epsilon \left| \begin{array}{l} g_j(\epsilon) = 0, \quad j = 1, \dots, l; \quad m < n \\ g_j(\epsilon) \leq 0, \quad j = l+1, \dots, p \end{array} \right. \right\}.$$

(  
) ,  
( ) .  
:

$$F(\epsilon, r^k) = f(\epsilon) + \frac{1}{2r^k} \sum_{j=1}^m [g_j(\epsilon)]^2 - r^k \sum_{j=l+1}^p \frac{1}{g_j(\epsilon)} \tag{3.37}$$

$$F(\epsilon, r^k) = f(\epsilon) + \frac{1}{2r^k} \sum_{j=1}^m [g_j(\epsilon)]^2 - r^k \sum_{j=l+1}^p \ln[-g_j(\epsilon)], \tag{3.38}$$

$r^k \geq 0$  -

:  $g_j(\epsilon) < 0, \quad j = l+1, \dots, p.$

$\epsilon^*(r^k)$

$r^k$

$\epsilon^*(r^k)$

$r^k \rightarrow +0$

$\epsilon^*(r^k)$

$\epsilon^*$

1.

$\epsilon^0, \quad g_j(\epsilon) < 0, \quad j = l+1, \dots, p;$

$r^0 > 0; \quad c > 1$

;

v

$k = 0.$

2.

$$F(\epsilon, r^k) = f(\epsilon) + \frac{1}{2r^k} \sum_{j=1}^m [g_j(\epsilon)]^2 - r^k \sum_{j=l+1}^p \frac{1}{g_j(\epsilon)} = f(\epsilon) + P(\epsilon, r^k) \tag{3.39}$$

$$F(\epsilon, r^k) = f(\epsilon) + \frac{1}{2r^k} \sum_{j=1}^m [g_j(\epsilon)]^2 - r^k \sum_{j=l+1}^p \ln[-g_j(\epsilon)] = f(\epsilon) + P(\epsilon, r^k). \tag{3.40}$$

3.

$\epsilon^*(r^k)$

$F(\epsilon, r^k)$

-

:  $g_j(\epsilon) < 0, \quad j = l+1, \dots, p.$

$\epsilon^k$

4.

$P(\epsilon^*(r^k), r^k)$

:

)

$|P(\epsilon^*(r^k), r^k)| \leq v,$

:

$$\epsilon^* = \epsilon^*(r^k), \quad f(\epsilon^*) = f(\epsilon^*(r^k)); \quad (3.41)$$

$$) \quad |P(\epsilon^*(r^k), r^k)| > v, \quad r^{k+1} = \frac{r^k}{C}, \quad \epsilon^{k+1} = \epsilon^*(r^k), \quad k = k + 1$$

2.

3.6.

3.6

		$t_i$ ( )	$t_{i1}$ ( )	$t_{i2}$ ( )	$t_{i3}$ ( )
3.1		68	0	5	13
3.2	« »	88	10	18	25
3.3		70	5	10	21
3.4		122	20	30	40
3.5	(SID)	74	5	10	21
3.6	(STAR)	74	5	10	21
3.7	ILS	116	16	28	38
3.8	; ; VOR/DME	128	22	35	40

3.9		76	5	10	21
3.10		128	22	35	40
3.11		58	0	5	13
4.1		82	7	12	21
4.2		82	7	12	21
4.3		128	22	35	40
4.4		128	24	38	45
4.5		128	24	38	45
4.6		70	5	10	21
4.7		124	27	43	48
4.8		104	12	20	30
4.9		104	12	20	30
4.10		104	12	20	30
4.11		104	12	20	30
4.12		94	10	18	25
4.13		88	10	18	25
4.14		84	8	15	23
4.15		70	5	10	21
4.16		84	8	15	23
4.17		70	5	10	21

4.18		134	30	50	58
------	--	-----	----	----	----

3.7

		$t_{i1}$ ( )	$t_{i2}$ ( )	$t_{i3}$ ( )
3.1		68	73	81
3.2	« »	98	106	113
3.3		75	80	91
3.4		142	152	162
3.5	(SID)	79	84	95
3.6	(STAR)	79	84	95
3.7	ILS	132	144	154
3.8	; VOR/DME	150	163	168
3.9		81	86	97
3.10		150	163	168
3.11		58	63	71

4.1		89	94	103
4.2		89	94	103
4.3		150	163	168
4.4		152	166	173
4.5		152	166	173
4.6		75	80	91
4.7		151	167	172
4.8		116	124	134
4.9		116	124	134
4.10		116	124	134
4.11		116	124	134
4.12		104	112	119
4.13		98	106	113
4.14		92	99	107
4.15		75	80	91
4.16		92	99	107
4.17		75	80	91
4.18		164	184	192

**3:**

1.

« »,

,

—

;

2.

:

-

;

-

;

3.

,

,

.



4

4.1.

-8

-8 ,

.4.1.



.4.1.

-8



3.3		4.12	
3.4		4.13	
3.5	(SID)	4.14	
		4.15	
3.6	(STAR)	4.16	
		4.17	
3.7	ILS	4.18	
3.8	; ; VOR/DME	5.	
		5.1	
3.9		5.2	
3.10			
3.11		5.3	
4.		6.	
4.1	« »		
4.2			

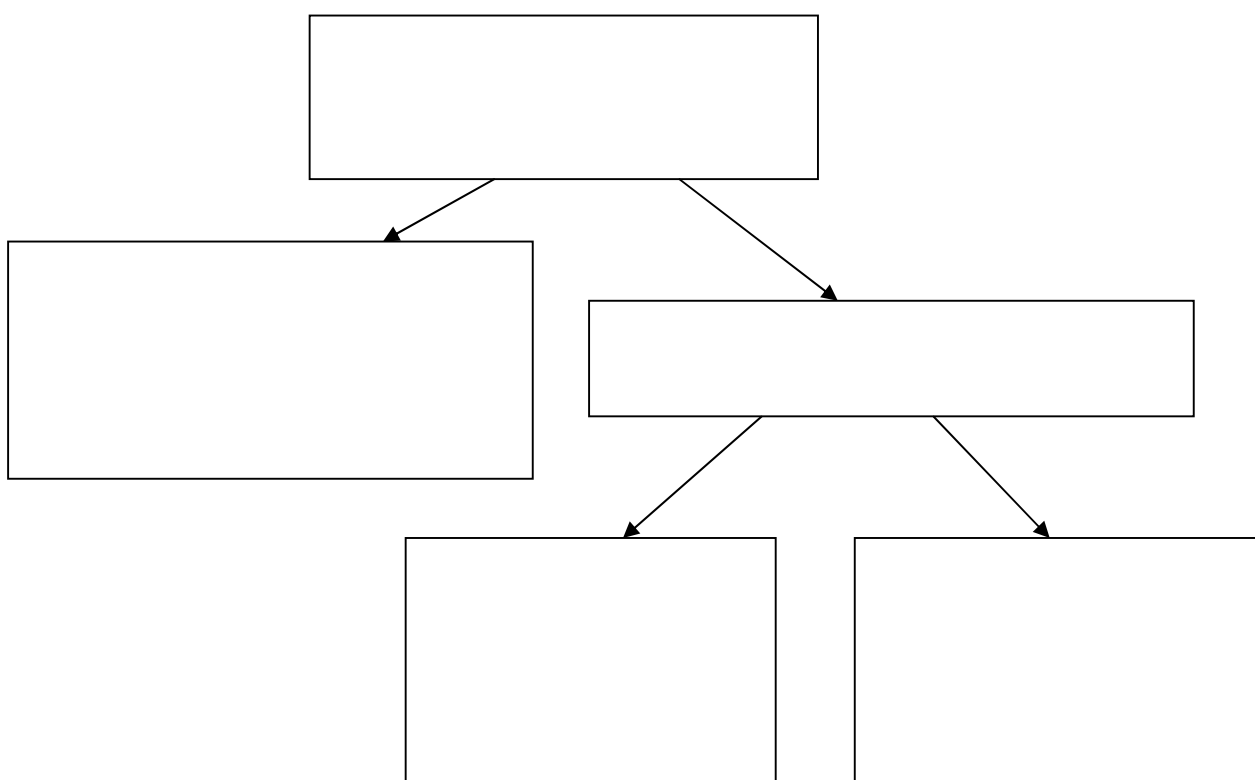
3.x 4.

-8

2.

## 4.2. Структура программного обеспечения

. 4.2.



. 4.2.

## 4.3.

/

Программа для перераспределения времени обучения согласно индивидуальным особенностям (Приложение 2) разработана в среде Visual C++ на основе диалоговых окон. В ней входными данными являются:

- значение коэффициентов индивидуальных способностей, описанного в разделе 3.3.3. Тип данных CEdit, количество введенных символов не превышает 4. Значение находится в диапазоне от 0 до 1.

- нормированная оценка качества обучения, описанная в разделе 3.3.4

Тип данных CEdit, количество введенных символов не превышает 4. Значения находятся в диапазоне от 0 до 1.

- значение коэффициента аварийности по аспекту данного упражнения, описанного в разделе 3.2. Тип данных CEdit, количество введенных символов не превышает 4. Значения находятся в диапазоне от 0 до 1.

- значение времени, которое было выделено на выполнение данного упражнения, можно определить в текущем плане обучения на тренажере Ми-8МТВ (табл. 3.2). Тип данных CEdit, количество введенных символов не превышает 3.

:

- значение коэффициента скорости обучения, описанного в разделе 3.3.3. Тип данных double. Значения находятся в диапазоне от 0 до 1.

- оптимизированное значение времени отработки данного упражнения, как результат учета индивидуальных особенностей пилотов, описанного в разделе 3.3.4. Тип данных double.

#### 4.4.

-

-

:

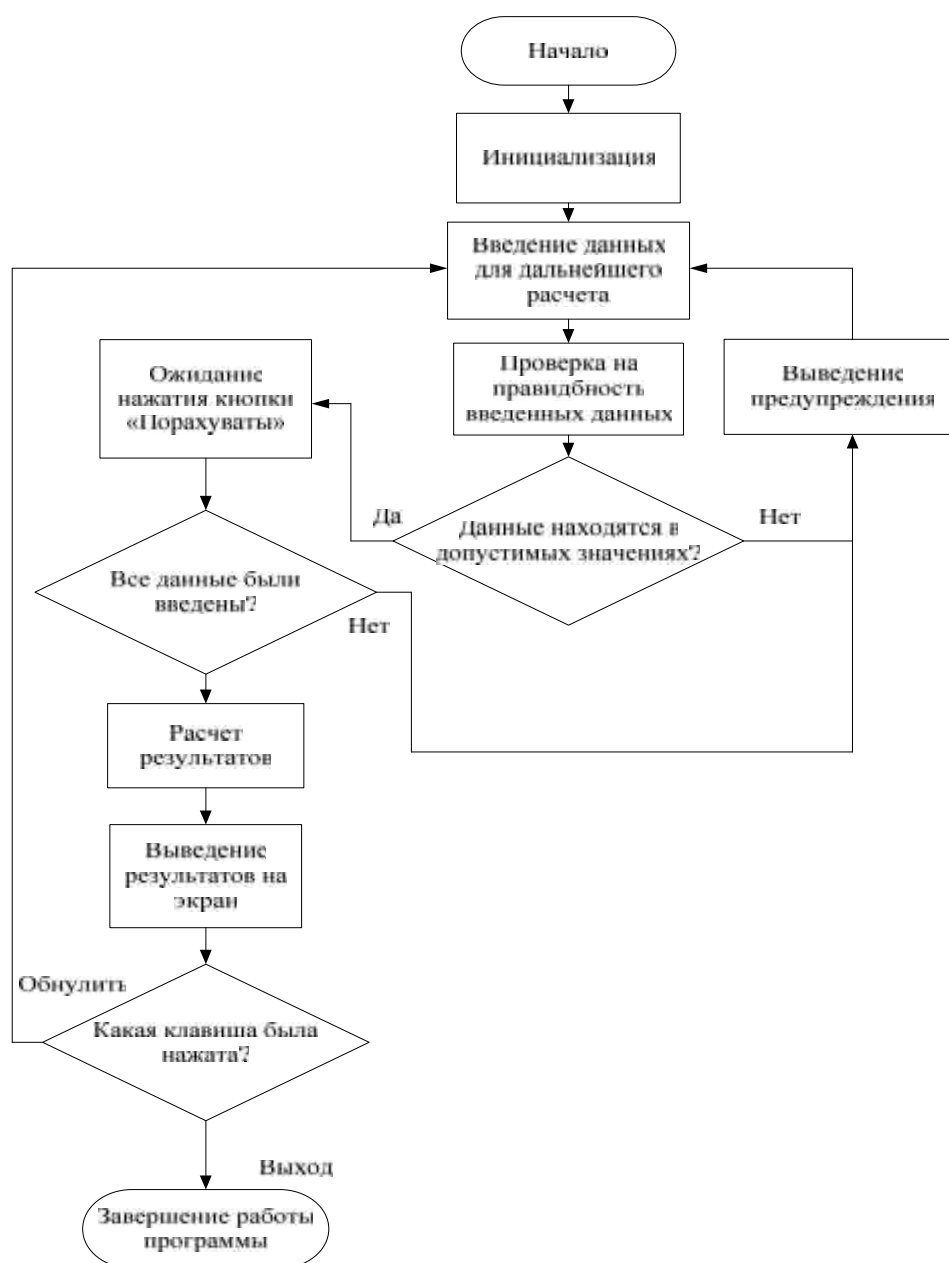


Рис. 4.3. Блок-схема программы для перераспределения времени обучения

#### 4.5.

Интерфейсом для программы для перераспределения времени обучения согласно индивидуальным особенностям будет диалоговое окно программы, позволяющее вводить данные и получать результаты:

Вхідні дані	
Коефіцієнт індивідуальних здатностей:	0.91
Час, що пройшов з моменту відпрацювання вправи, днів:	14
Нормована оцінка за попередню вправу:	0.85
Коефіцієнт кореляції:	3.025
Коефіцієнт аварійності:	0.15
Час, виділений на відпрацювання попередньої вправи, хв.:	55
Час, виділений на відпрацювання поточної вправи до нормалізації, хв.:	60

Результати		
Квт. інф.:	Унавч.:	Час навчання:
0.06	0.03	49.8 годин

Обнулити    **Порахувати**    Вихід

Рис. 4.4. Інтерфейс програми

Главное окно программы разделено на 3 части:

1. Поле входных данных. Здесь мы задаем необходимую информацию для расчетов.
2. Поле выходных данных. Здесь отображаются результаты расчета программы.
3. Область управления программой. Представленная в виде 3 кнопок:
  - «Обнулить», при нажатии на нее все поля ввода и результатов очищаются.
  - «Посчитать», при нажатии данной кнопки происходит расчет, согласно с входными данными.
  - «Выход» - кнопка для выхода с программы. При нажатии программа закрывается, а вся введенная информация удаляется с оперативной памяти.

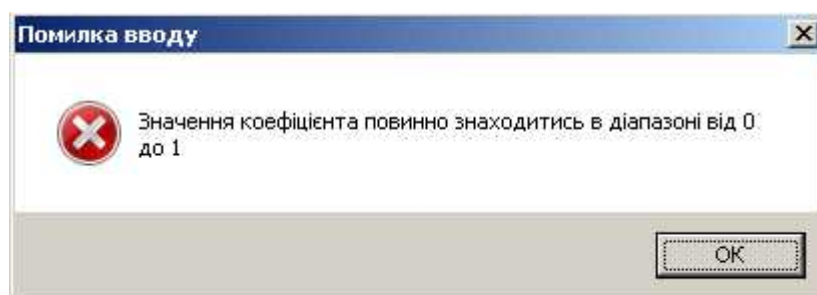


Рис. 4.5. Сообщение программы «Ошибка ввода»

В случае, если будут заполнены не все поля и будет нажата кнопка «Посчитать», на экран будет выведено предупреждение, а расчеты не будут выполнены до того момента, пока не будет введена вся необходимая информация:

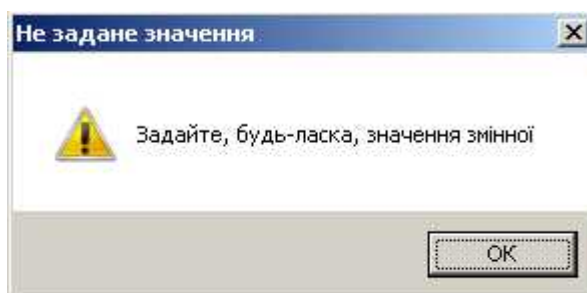


Рис. 4.6. Сообщение программы «Не заданное значение»

: Windows XP-10

net.Framework 4.0

, x86/64

: 8

5 .



**4:**

1. Разработана структура программного обеспечения оптимизации учебных планов обучения пилотов вертолетов на тренажере, которая включает подпрограмму оптимизации учебных планов на основании учета аварийности по причине «человеческого фактора» и подпрограмму оптимизации учебных планов на основании учета индивидуальных качеств обучаемых;

2. Разработано структуру программного обеспечения подсистемы контроля знаний в автоматической системе тестирования, которая включает: базу данных, блок формирования вопросов, интерфейс, блок анализа, блок уточнения оценки, что обеспечивает предварительный контроль знаний слушателей с целью создания возможностей для индивидуализации обучения на тренажере;

3. На основании использования разработанного программного обеспечения выполнена оптимизация учебного плана подготовки пилотов вертолетов на тренажере Ми-8МТВ. Использование данных учебного плана позволило достигнуть повышения эффективности обучения.

1. ,  
 ,

( );

2.  
 ,

« » ;

3. -  
 .  
 -

4.

« »,

5.

,  
 ,

6.

,  
 (

,

,

)

,

;

7.

,

.



- : , 2004. – 369 .
12. . . . . //
- . 2008. 22(200). . 41 - 43.
13. , . . . . //
- / . . . . //
- . - 1982. - . 3, 1.- . 85- 100.
14. , A.A. / A.A. . - . : , 1985. - 352 .
15. . . . . //
- . - . : , 2011. – 88 .
16. , . . . . / . . . . . , . . . . . - . : , 2000. - 384 .
17. , . . . . / . . . . //
- : . . . . / - . . . . - . . . . - , 1996. - . 248 - 258.
18. , . . . . / . . . . . - . : . . . . , 2003. - 431 .
19. . . . , . . . , . . . . . - //
- . - 1984. - 11. - . 9 - 11.
20. . . . . -
- : . . . . - . . . . : 05.13.07 / - . - . , 2012. – 198 .
21. . . . - . . . . / . . . . , . . . .

- .- : , 2013. – 101с.
22. . . / . . , . .  
 // - – 2010. – 6(87). – .73-77. – ISSN  
 1681-7710.
23. . . , . . « »  
 //  
 . - 2005. - 4. - . 51 -
- 52.
24. . . : , /  
 . . . - .: , 2001. – 256 .
25. . . , . .  
 . // . - 2001. - 4. - . 2 - 6.
26. . . , . . , . . -  
 // . . , . . , . .  
 // .- .: , 2008. - 1. - . 51-57.
27. . . , . . , . .  
 , // . . ,  
 . . , . . // -  
 .- ., 2009. - 39. - . 53-57.
28. . . /  
 . . . - .: , 1979. – 232 .
29. . . :  
 / . . , . . , . . . -  
 .: , 1991. – 206 .
30. . . / . . , . . , . .  
 . . //  
 . - 2009. - 41. – C.125-135.

31. . . . ,  
- / . . . , . . .  
, . . . , . . . .- : , 1997. - 112 .
32. . . .  
/ . . . , . . .  
// - - 2010. - 6(87). - . 73-77. - ISSN  
1681-7710.
33. . . . : , /  
. . . .- .: , 2001. - 256 .
34. , . . .  
- / . . . . - J1.: , 1982. - 269 .
35. , A.B.  
/ A.B. //  
. - 2001. - 3. - . 3 - 12.
36. , . . . : . . . / . . .  
, - 2- ., . - .: , 1986. - 326 .
37. , . . . / . . .  
- . - .: , 1995. - 208 .
38. , . . .  
/ . . . . - .: , 2002. - 182  
. .
39. , . . .  
/ . . . //  
. - 1979. - 2.- . 102- 109.
40. , . . . / . . .  
. - .: , 1984. - 160 .
41. , . . . / . . .  
, . . . . - .: , 1976. - 224 .
42. , . . . / . . . , . . .  
- .: , 1985. - 200 .

43. . : Data Mining / . , .  
 . – .: , 2001. – 368 .
44. . . /  
 . . , . . , . . . – .: , 2003. –  
 432 . – ISBN 5-9221-0337-7.
45. , . .  
 : , ,  
 / . . , . . //  
 = Software & Systems. - 1993. - 1. - C. 54 - 58.
46. -  
 , / . . , . . , . . ,  
 . . // – 2009: XI  
 - - , 26-30 2009, « ».  
 – .: 2009. – C. 332.
47. , . .  
 / . . , . . . - .: .  
 , 1987. - 232 .
48. . . /  
 . . . – : « », 1997. – 368 .
49. . . -  
 / . . //  
 . . . – 2002. –  
 2(48). – . 206-209.
50. , . . -  
 / . . , . . , . . - .: .  
 , 1997.-419 .
51. . . -  
 / . . . – .: , 1975. – 312 .
52. . . / . . - ,



- ... - : , 1971. - 416 .
53. ... / ... ,  
... - : . , 1985. - 214 .
54. ... / ...  
... - : , 1985; :  
1984. - 223 .
55. : -  
/ ... - : , 1991. -  
544 .
56. -  
/ ... [ .]. - : . . .  
... , 1996. - 472 .
57. : : 3 . / . . .  
... - : , 1990. - . 2. - 304 .
58. -  
: ( .): 10401:  
« » / ; . . . ; :  
... [ .]. - , 2005. - 164 .
59. , . . / ... - :  
- - , 2001.-528 .
60. Касьянов В. О. Інформаційна зв'язність блоків навчальної інформації // В. О. Касьянов, І. В. Прохоренко, Т. В. Шипитяк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.- К., 2012. -№ 55. - С. 7-11.
61. . . , . . . -  
// ,  
. 2003. 4 (54). . 56 - 63.
62. . . -

- / . . . , . . . //  
 . - 2008. - . 80. - . 71-77. - ISSN 0201-7814.
63. . . . -  
 / . . . , . . . //  
 - : . - . . - 2009. - . 82. - . 77-85. - ISSN 0201-7814.
64. , A.A.  
 / A.A. . - :  
 . . . , 1989.-255 .
65. , . . .  
 / . . . //  
 : . . . - . -  
 , 1993. - . 18-20.
66. . . . / . . .  
 , . . . , . . . . - : , 2001. - 224 .
67. , . . . . 3 . . .  
 2. . . 3. / . . . . -  
 : , 2000. - 303 .
68. . . . - -  
 , / . . . , . . . ,  
 . . . // . - 2009. - 5. - .69-75. - ISSN  
 1810-0546.
69. . . . ,  
 / . . . , . . . , A.B.  
 ; . . . . - : , 1993. -  
 320 .
70. , . . . : . . . ./  
 . . . . - : , 1991. - 568 .
71. , . . .

- / . . //
- : . . . - :
- , 2006. - . 3, . 1.- . 126-128.
72. , . . / . . // : . . . / , - , . - , 2005. - . 2.- . 30 - 35.
73. . . / . . , . . , . . . - : , 1983. - 277 .
74. , . / . . - : , 1979. - 165 .
75. - : / . . [ .]. - : , 2006. - 261 .
76. , : . . / . . [ .]. - : , 1991. - 487 . - ( : 8 ; . 3, . 1).
77. : / . . [ .]. - : , 2003. - 164 .
78. Мокроусов С.Н. О направлениях деятельности по повышению безопасности функционирования систем магистрального трубопроводного транспорта природного газа и опасных жидкостей // Транспортная безопасность и технологии. 2005. № 2. С. 56 - 59.
79. , . . / . . // . - 1992. - 4. - . 6 - 45.
80. , . .

- 164 - 176.
81. . - . :  
 , 1988.-56 .
82. . MATLAB 6 / . . . . - :  
 - , 2002. - 496 .
83. , . . : / . .  
 , . . . - : , 1985. - 199 .
84. , . : . . /  
 . - : , 1985. - 352 .
85. XXI :  
 . - : , 1999. - 191 .
86. , . . / . . . - : .  
 . . . , 1953. - 848 .
87. / . . [ . ] . -  
 : , 1981.-40 .
88. , . . / . . //  
 . - 1995 - 4 - 5.- . 44 - 45.
89. , . . : / . . . - : ,  
 1997. - 112 .
90. / . . . . - :  
 . , 1977.-423 .
91. , . . : . . / . . . - : ,  
 1989. - 293 .
92. , . . / . . . -  
 : , 1975. - 239 .
93. . . , . . . . .

- : . // . . , . . . - :
- , 2005. - 544 .
94. , . . / . . ,  
. . . - .: . , 1989. - 367 .
95. , . .  
: .: 2 . / . . . - .: , 1989. - . 1. -  
660 .
96. , . .  
/ . . // VIII  
- «  
», 26-28 . 2006 .:  
.- : , 2006 - . 2- .
97. , . .  
/ B.C., . . // VIII  
- «  
», 26-28 . 2006 .:  
.- : , 2006. - . 2. - .
98. , . .  
/ . . // XLVII  
«  
», 26-30 . 2004 .: . . -  
: , 2004. - . X. - . 35 - 36.
99. , . ,  
/ . . //  
.- 2006. - . - .
100. , . .

- / B.C. , . . . //
- XLVII «  
», 26-30 . 2004 .: . . -  
; , 2004. - . X. - . 31 - 34.
101. , . . . / . . . .  
- .: , 2004. - 360 .
102. , . . . :  
/ . . . .- .: , 1987. - 288 .
103. , . . . /  
. . . .- .: , 1980. - 48 .
104. , . . . : /  
. . . .- .: , 1986. - 282 .
105. / . X. , .  
- .- .: , 1989. - 368 .
106. , . . . / . . .  
. - .: , 1985. - 327 .
107. / . . . , . . ,  
. - .: , 1993. - 368 .
108. . . .  
- / . . . // . - . ,  
2009. - 28. - . 116-119.
109. . . .  
// . . . // -  
. - ., 2011. - 50. - . 35-39.
110. . . .  
// . . . , . . . //  
- .- ., 2010. - 45. -  
. 54-58.
111. - : -  
/ . . . . - .- :

- , 1980.-342 .
112. , . . . / . . . , . . .  
- .: . . . , 2003. - 347 .
113. . . ,  
 ,  
 // . 2006. 7. .5 - 7.
114. , . . . /  
. . . , . . . .- : , 1988. - 160 .
115. : /  
 , // - 2014. -  
. 372-375.
116. . . -  
 / . .- .: , 1965. - 480 .
117. , . . . , /  
. . . .- .: , 2000. -104 .
118. Свиридов, А.П. Сетевые модели динамики знаний / А.П. Свиридов, И.А. Шалобина. - М.: МЭИ, 1992. - 88 с.
119. Семантическая сеть [ электронный ресурс ] – 2015. – режим доступа:// <http://mash-xxl.info/info/16357/>
120. - /  
. . . [ .]. - : , 2000. - 327 .
121. : , . / . .  
 [ .]; . . . , - .: ,  
1991. - 352 .
122. , . . . : . / . .  
 ,  
. . . . - 3- ., . . . - .: . , 2001. - 343  
 .

123. , . . / . . . - . :  
, 1976. - 188 .
124. . . : / . . . - . :  
, 2005. - 256 .
125. / . . . . .  
. - . : ; : , 1988. - 520 .
126. : , II  
- . - . . (2003; ). II -  
« :  
» 24-25 2003 . . . - : , 2003. - 80 .
127. : / .  
- . : , 1992. - 237 .
128. , . .  
/ . . . - . : . , 1971. - 276 .
129. . /  
. , . , . . - . : , 1969. - 230 .
130. , . .  
/ . . . - . : , 2005. -  
248 .
131. . ,, . ,, . ,, . . . ,  
//  
. 2011. 6. . 10 - 15.
132. . :  
/ . ,, . ,, . . //  
« . - , 2011.
133. . :  
/ . ,, . ,, . ,, . //



- « ... ».- , 2011. – 6. – . 488-500.
134. ... ..  
/ ... ..  
... .. // « ... ».  
– , 2011.
135. ... ..  
- // " ...".  
2011. 1. . 320-335. URL:  
[http://www.ogbus.ru/authors/KhafizovFSh/KhafizovFSh\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/KhafizovFSh/KhafizovFSh_1.pdf) ( 05.04.2011).
136. Цвиркун, А.Д. Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем (оптимизационно-имитационный подход) / А.Д. Цвиркун, В.К. Акинфиев, В.А. Филиппов. - М.: Наука, 1985, - 174 с.
137. , ...  
« - » / . . - : , 1980. - 156  
.
138. , ... /  
... //  
: . / . . . - .. . ,  
1963. - . 5 - 9.
139. . . . / . .  
 , . . , . . . – . . . . – ..  
 , 2003. – 480
140. , ...  
« - » / . . . - ..  
1982. - 263 .
141. Шмелев Ю. Н. Границы дихотомического анализа при

исследовании предпосылок авиационных происшествий в период летной подготовки курсантов и методы применения обобщенных оценок / Ю. Н. Шмелев, Ю. В. Грищенко, В. Д. Гуленко // Електроніка та системи управління, № 4(22) – К.: НАУ, 2009. – С. 28 – 35.

142. Шмелев Ю. Н. Границы дихотомического анализа при исследовании предпосылок авиационных происшествий в период летной подготовки курсантов и методы применения обобщенных оценок / Ю. Н. Шмелев // XII Міжнародна науково-практична конференція. «Людина і космос. Випереджуючи час» Національне космічне агенство України. Національний центр аерокосмічної освіти молоді ім. О.М. Макарова. Дніпропетровськ 2010. С. 634–637.

143. Шмелев Ю. Н. Границы дихотомического анализа при исследовании предпосылок авиационных происшествий в период летной подготовки курсантов / Ю. Н. Шмелев // II Всеукраїнська науково-практична конференція. “Авіація та космонавтика” Національне космічне агенство України. Національний центр аерокосмічної освіти молоді ім. О. М. Макарова. Кривий Ріг. 2011. С. 78–81.

144. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия– Телеком, 2007. – 288 с. – ISBN 5-93517-359-Х.

145. . . . / . [ .]; . . . . - .: , 1987. - 224 .

146. : / . . . . - .: , 1989.-238 .

147. , . : : . / . , . ; . . . . - .: , 1987. -191 .

148. - - : . / . [ .]. - : , 1991. - 599 . - (

- : 8 ; .1).
149.                   ,                   .
- /                    //
- :                    . /                    ,
- , 2002. -                    . 5. -                    . 208 - 209.
150. Bekey, G.A. The Human Operator in Control Systems / G.A. Bekey // Systems Psychology / Edited by                    . B. DeGreene. - New York: McGraw-Hill, 1970. - P. 248 - 277.
151. Bloom, B.S. The sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring // Education Researcher. - 1984. -                    13.-P.3.
152. Bunderson,                    . V. Computer-based instruction: A state-of-the-art assessment // Courseware / Edited by H. F. O' Neil, Jr. - New York: Academic, 1981. - P. 23 - 27.
153. Burton, R.R. Toward a natural-language capability for computer-assisted instruction / R. Burton, J. Brown // Procedures for instructional system development / Edited by H. F. O' Neil. - New York: Academic, 1979. - P. 273
154. Camstra, B. Make CAI smarter / B. Camstra // Computers and Education. - 1977.-                    3.-P. 177- 183.
155. CHEN S. Non-linear system identification using neural networks / S.CHEN, S.A. BILLINGSP and M. GRANT. – London: J. CONTROL,1990. -                    6. – P. 1191-1214.
156. Clancey, W. J. Applications oriented AI research. Education / W.J. Clancey, J.S. Bennett, P.R. Cohen. - Los Altos, CA: Kaufman, 1982. - 88 p.
157. Clancey, W. B. Guidon / W. B. Clancey // Journal of Computer-Based Instruction. - 1983.-                    10.-P. 8-15.
158. Collins, A. Goals and strategies of interactive teachers / A.Collins, A.L. Stevens // Advances in instructional psychology / Edited R. Glaser. - Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1980. - 127 p.

159. Human factors of flight-deck automation: Report on a NASA - industry workshop / Boehm-Davis D.A. [et al] // *Ergonomics*. - 1983. - 26. - P. 953 - 961.
160. Holland J.H. *Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control and artificial intelligence* / J.H. Holland. – London: Bradford book edition, 1994. –211 p.
161. Lenat, D. EURISKO: a program that learn new heuristics and domain concepts 33 / D. Lenat // *Artificial Intelligence*. - 1982. - 3. - P. 21 - 24.
162. Lyman, E. R. *PLATO highlights* / E. R. Lyman. - Urbana, IL.: University of Illinois Computer-Based Education Research Laboratory, 1981. - 143 p.
163. Mueller J.-A. *Self-Organising Data Mining. An Intelligent Approach To Extract Knowledge From Data* / J.-A. Mueller, F. Lemke. – Berlin, Dresden, 1999. – 225 p.
164. Reigeluth, C. M. *TICCIT to the future: Advance in instructional theory for CAI* / C. M. Reigeluth // *Journal of Computer-Based Instruction*. - 1979. - 6. - P. 40 - 46.
165. Sineglazov V. M. *Improving the efficiency of helicopter pilots training in the simulator* / V. M. Sineglazov, Ju. M. Shmelev // *Electronics and Control Systems*, N 3(37) – Kyiv: NAU, 2013. – pp. 120 – 123.
166. Sineglazov V. M. *Estimation of helicopter pilots training efficiency in the simulator* / V. M. Sineglazov, Ju. M. Shmelev // *Electronics and Control Systems*, N 4(38) – Kyiv: NAU, 2013. – pp. 104 – 107.
167. Sineglazov V. M. *Simulator training optimization* / V. M. Sineglazov, Ju. M. Shmelev // *Electronics and Control Systems*, N 1(39) – Kyiv: NAU, 2014. – pp. 63–66.
168. Sineglazov V. M. *Training time optimization in simulator* / V. M. Sineglazov, Ju. M. Shmelev // *Electronics and Control Systems*, N 2(40) – Kyiv: NAU, 2014. – pp. 92–97.
169. Sineglazov V. M. *Improving the efficiency of development process of*

automated helicopter flying / V. M. Sineglazov, Ju. M. Shmelev // Electronics and Control Systems, N 3(41) – Kyiv: NAU, 2014. – pp. 97–103.

170. Shmelev Ju. M. Simulator training optimization of UAV external pilots / Ju. M. Shmelev // The sixth world congress “Aviation in the XXI-st century” Safety in Aviation and Space Technologies. Ukraine. National Aviation University, September 23-25, 2014. P. 1.8.54–1.8.57.

171. Shmelev Ju. M. The optimal redistribution time of simulator training / Ju. M. Shmelev // IEEE 3rd International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)”. Proceedings. Kyiv, Ukraine. (October 14–17, 2014). – K.: NAU. – 2014.– pp. 75–78.

172. Williams, M. An overview of STEAMER / M. Williams, J. Hollan, A. Stevens // Advanced computer-assisted instruction system for propulsion engineering Behavior Research Methods and Instrumentation. - 1981. - 13. - P. 85 - 90.

1

1.1.

( ) — ,

,

- ( ),

.

,

:

-

—

;

-

—

.

.

.

.

,

,

.

13

“

”

,

.

,

,

.

,

,

.

,

.

,

,

13

,

.

,

.

,

,

-

,

13

.

,

,

,

( ),

,

,

.

,

,

.

,

14

;

,

:

,

,

,

,

,

.

,

,

,

-

;

,

.

,

13

,

,

,

.

.

,

,

.

ADREP,

-

6

13

ADREP

( ).

13

.

13.

.

.

,

,

“

”

.



“ ” (Doc 9422),

“ ”,  
.  
:  
,  
:  
“ ”,  
,  
,  
,  
-  
,

**1.2.**

« ».  
:  
- - 50%;  
- - 29%;  
- - 16%;  
- - 5%;  
- - 22%;  
- - 12%;  
- - 9%;

-  
 ( , .) – 7%;  
 - – 1%.

-  
 , ,  
 .  
 :  
 - – 3,3%;  
 - – 17,6%;  
 - – 11,1%;  
 - – 6,5%;  
 - — 5,2%;  
 - – 3,3%;  
 - – 11,8%;  
 - – 16,3%;  
 - – 24,8%.

### 1.3.

», 80 - 90% , , «



.

-

.

2,3 .

5-6 .

:

-

- 34%;

-

- 31%;

-

- 20%;

-

- 12%;

-

- 3%.

:

-

;

-

;

-

( );

-

.

-

:

-

;

-

;

-

;

-

;

-

;

-

.

-

;

-

;

-

;

- ;  
 - ;  
 , , , ,  
 . . ;  
 - ;  
 - ( - ).  
 5 .

1. Неправильный подход к выравниванию вертолета.
2. Ошибка в визуальном определении высоты полета.
3. Ошибка, связанная с недостаточно развитым мышечным чувством.
4. Ошибка, связанная с психологической неустойчивостью.
5. Комплексные ошибки, связанные с недостаточным навыком пилотирования.

#### Причины отклонения по п.1:

- ;  
 - ;  
 - ;  
 - ;  
 - .  
 .2:  
 - ;  
 - ;  
 - ;  
 - .  
 .3:  
 - ;  
 .4:  
 - ;  
 - ;

-

.5:

-

;

-

;

-

75%

.

,

,

:

-

;

-

;

-

;

-

;

-

.

(

).

,

..

1.4.

1.1.

## 1.1

/									
				100 .					
		2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012
<b>I</b>									
1.1		1		0.4	0	5		8	
1.2		2		0.81	0				
1.3		1	5	0.4	1.73				
1.4		87	107	35	37				
<b>II</b>									
2.1			1	0	0.2		5		15
2.2		3	1	0.74	0.2			5	
2.3		1		0.24	0				
2.4		7	4	1.73	0.9				
<b>III</b>									
3.1		1	1	0.4	0.3	5	5	8	15
3.2		5	1	1.74	0.3				
3.3		2	5	0.7	1.4				
3.4		94	111	32	33				
3.5		102	118	37	35	5	5	13	15

1. 2.

1.2

/							
		2013	2012				
				2013	2012	2013	2012
1		2					
2		8	9				
3		1/2	1/3	1	3	3	2
4		6/3	8	9	12	3	
5		129	54				
6				10	15	6	2



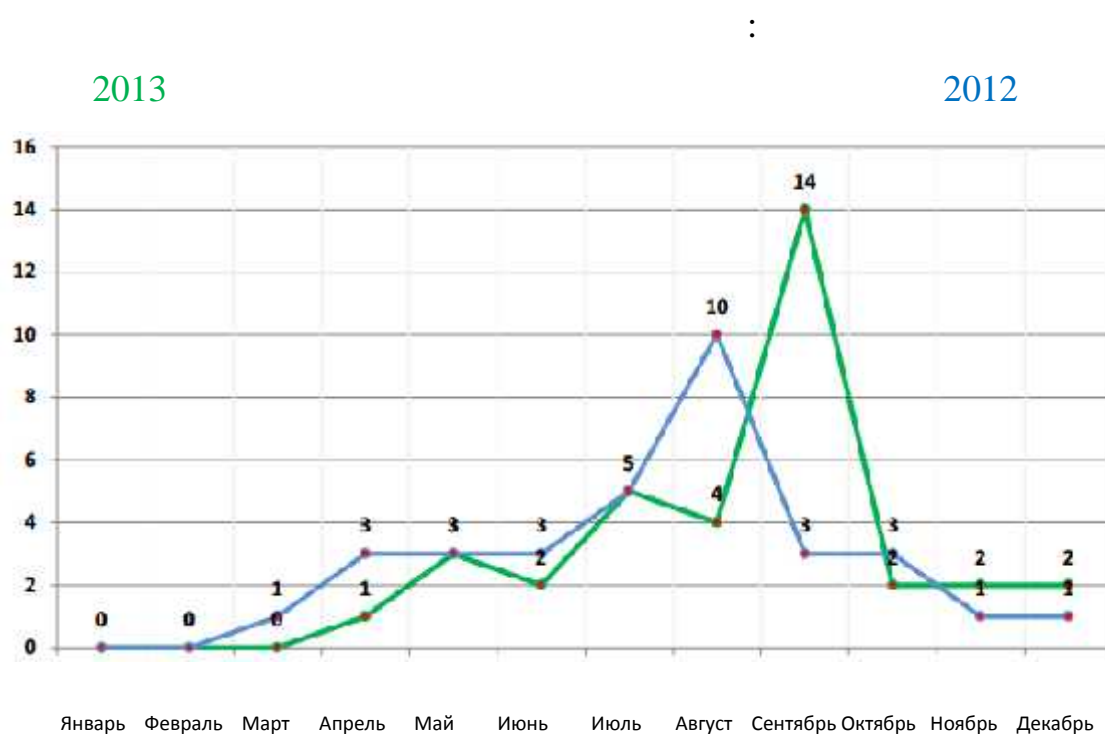


Рис. П 1.1. Анализ аварийности вертолетов за 2013-2014 г.

## 2

**2.1.**

·

:

— ;

— ;

— ·

·

,

,

· ,

,

, ( ,

, ) ·

·

,

·

,

·

**2.2.**

1,

,

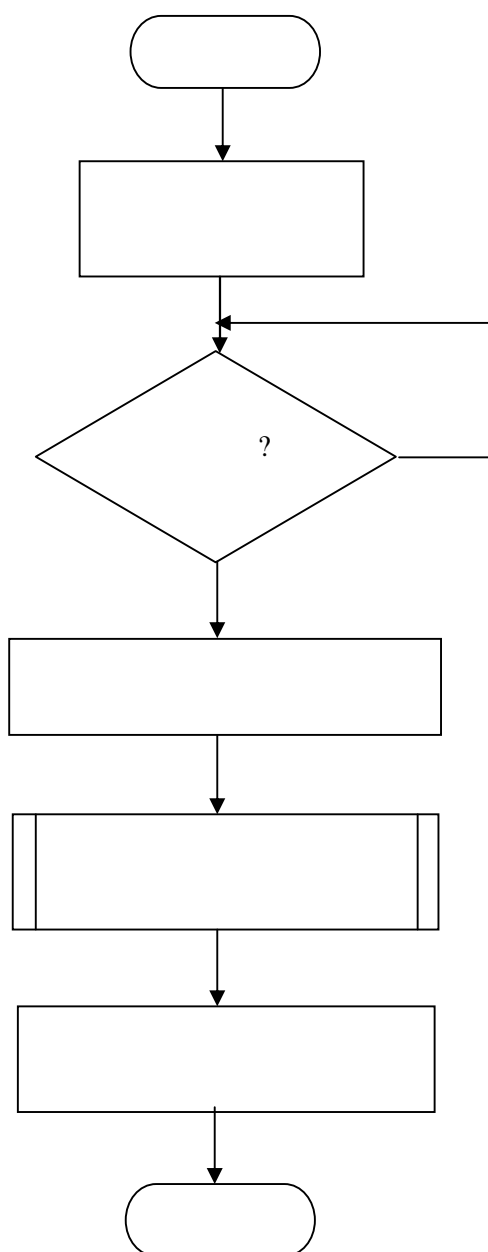
,

.

·

,  
 .  
 ( )  
 . 2.1.  
 , . ,  
 , .  
 , .  
 :

- выполнение задач оперативного контроля и управления процессом обучения;
- оперативное отображение текущего состояния процесса обучения;
- регламентирование доступа к базам данных и прикладных задач;
- диалоговый интерфейс с субъектами процесса обучения;
- защита информации от случайного и несанкционированного уничтожения;
- введение оперативного и долгосрочного архивов персональных данных пилотов и процесса обучения.



2.1. -

,

:

- создать условия для высокопродуктивной работы инструктора АСУО ВВ;
- обеспечить высокое качество профессиональной подготовки пилотов вертолетов;

- централизовать оперативное управление процессом обучения подготовки пилотов;

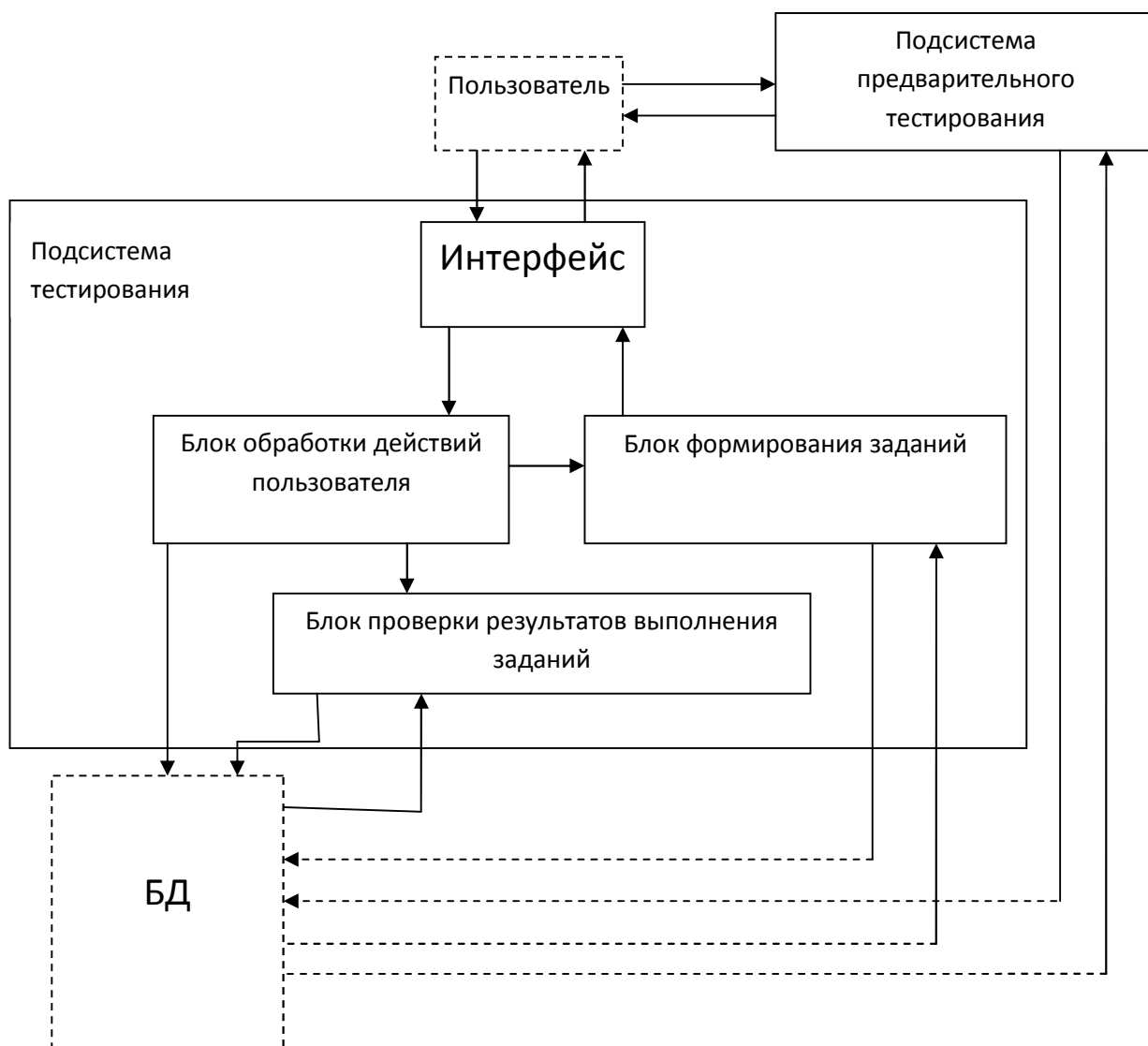
;

- обеспечивает получение объективной оценки работы пилота на базе моделей пилота, критериев и методики объективной оценки, описанных выше.

:

- изменение параметров движения вертолета должно моделироваться синхронно в двух режимах – управляемом и неуправляемом, что дает возможность объективно оценить пилота по выполненной им полезной работе.
- интервал дискретизации по времени сигналов, что описывают работу системы, должен быть таким, чтоб можно было получать неискаженную информацию во всем частотном диапазоне моторных возможностей пилота, что позволяет учесть полезную роль составляющих сигнала пилота за пределами частотного диапазона входного сигнала.

Структурная схема системы тестирования представлена на рис. П 2.2.



2.2.

### 2.2.2.

1. Пользователь посылает сигнал в систему с помощью ее интерфейсных частей.

2. Блок обработки действий пользователя (БОДП) принимает сигнал и выполняет определенное действие, в зависимости от сигнала, принятого от пользователя (запрос на формирование задания, запрос на проверку пройденного теста, запрос на удаление любой информации из БД).

3. Блок формирования заданий (БФЗ) формирует запрос к БД на изъятие единичных тренингов по определенной теме для формирования задания. Формирование задания из списка существующих единичных тренингов происходит согласно разработанным математическим алгоритмам.

4. Сформированное задание подается пользователю для прохождения теста.

5. При нажатии на кнопку «Проверить», все результаты выполнения задания слушателем передаются в блок проверки результатов (БПР).

6. Система сверяет результаты работы слушателя с эталонными, хранящихся в БД и всегда передаются вместе с заданием при любом запросе. Функция проверки правильности выполнения единичного тренинга имеет вид:

```
if (tbl_GetAnswer == tbl_ReferenceAnswer)// функция сверяет
результат выполнения единичного тренинга слушателем с эталонным
{return (tbl_ReferenceMark)// если результат выполнения единичного
тренинга совпадает с эталонным, то система выставляет определенный
балл, который был предназначен для этого вида задания}
else
{return 0;// если результат не совпадет - слушатель получит 0}
```

7. После проверки задания, система фиксирует результат в БД и отправляет информацию слушателю.

### **П 2.2.3. Процесс создания SQL-запроса и возвращения результата**

SQL-

### 1. SQL-

- запрос на получение заданий и вариантов выполнения к ним;
- запрос на выделение памяти в таблице для сохранения результатов пройденного теста слушателем;

### 2. Сканирование полей и таблиц в SQL-запросе

2,  
( , table\_module2)  
,  
( , column\_questions,  
column\_answers, column\_correct).

### 3. Определение прав доступа пользователя



#### 4.Верификация прав

#### 5.Выполнение запроса к БД

На данном этапе система или производит выборку данных (единичных тестов по аттестации) для отправки в «Блок формирования заданий», или создает таблицу, в которую будут записаны результаты тестирования слушателя. В данной таблице, кроме самих заданий и результатов правильного их выполнения, также фиксируется id теста (уникальный идентификатор теста), даты начала и завершения теста, его продолжительность, кол-во попыток прохождения данного теста и id слушателя.

6.

SQL-

2.3.

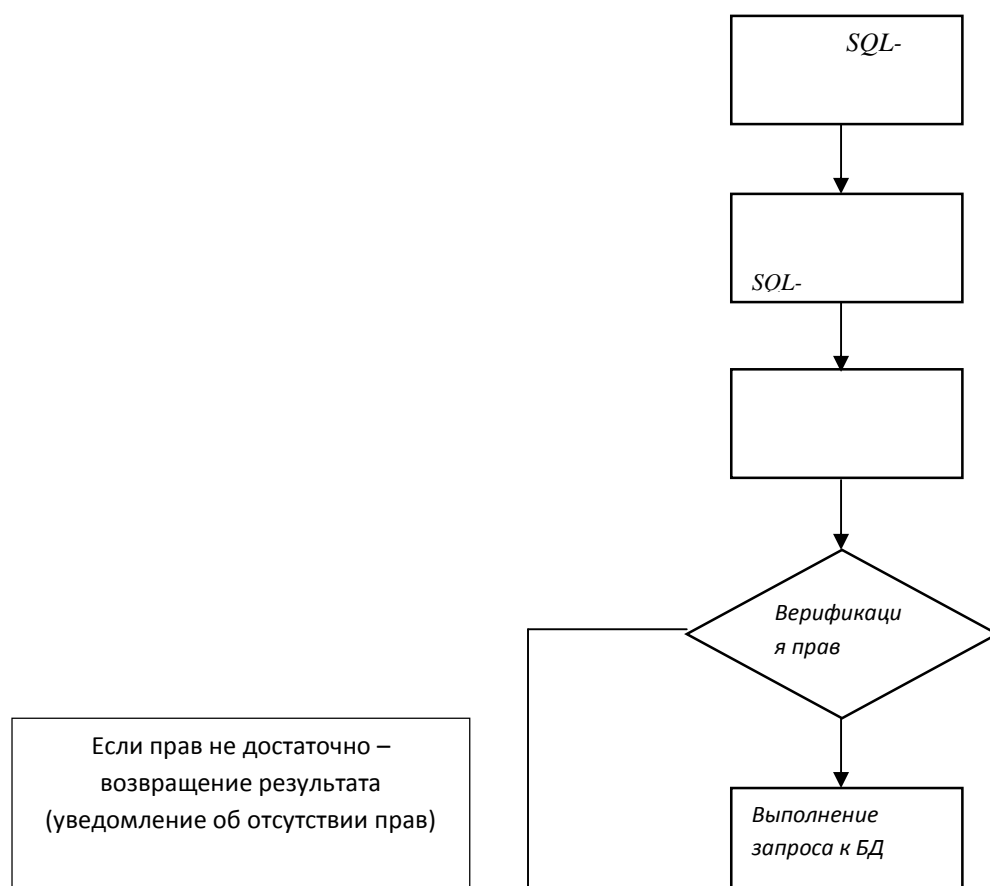
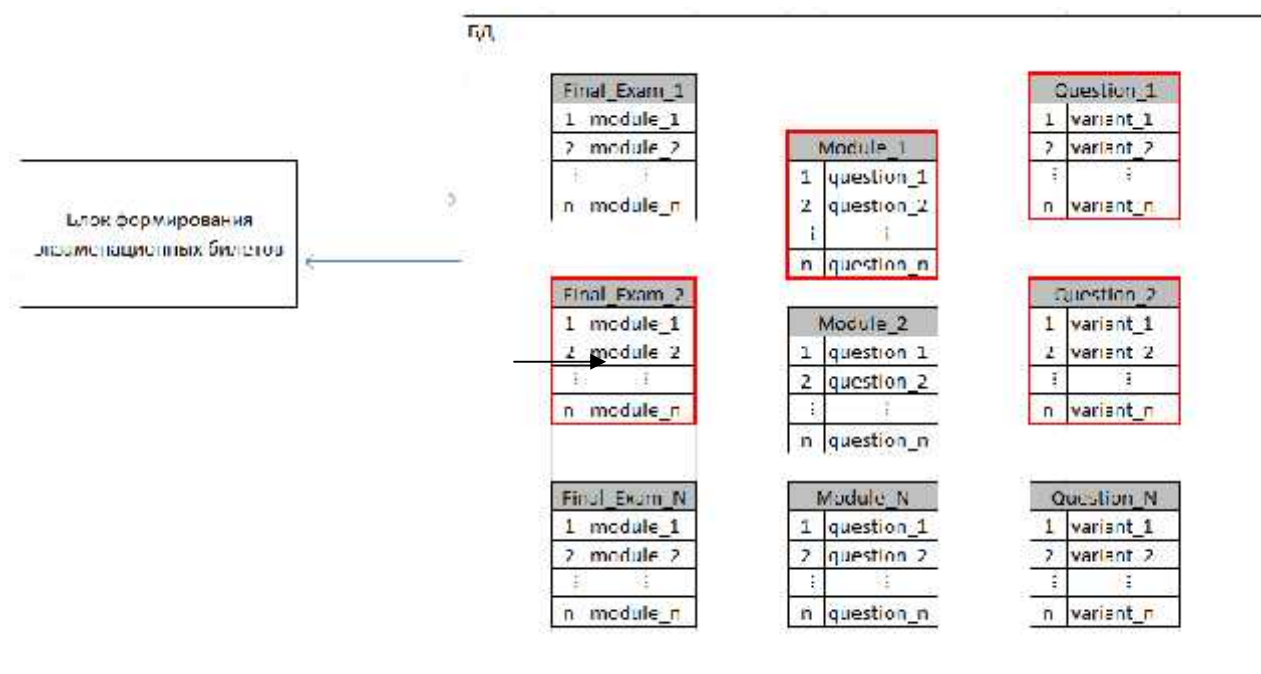


Рис. П 2.3. Блок-схема обработки SQL-запроса базой данных

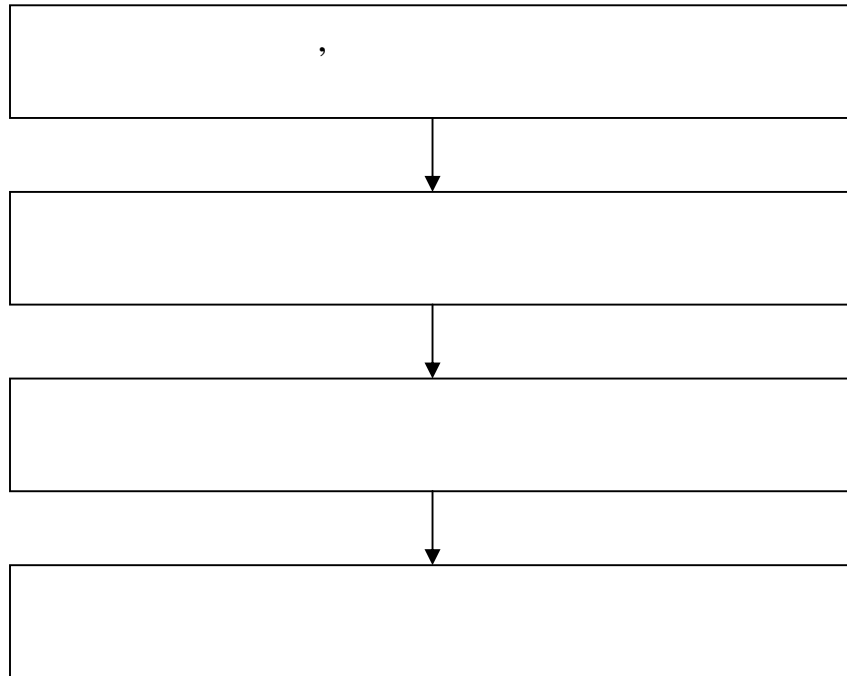
### П 2.2.4. Сканирование таблиц и выборка нужных данных

- ( . 2.4) ,  
2, 1.



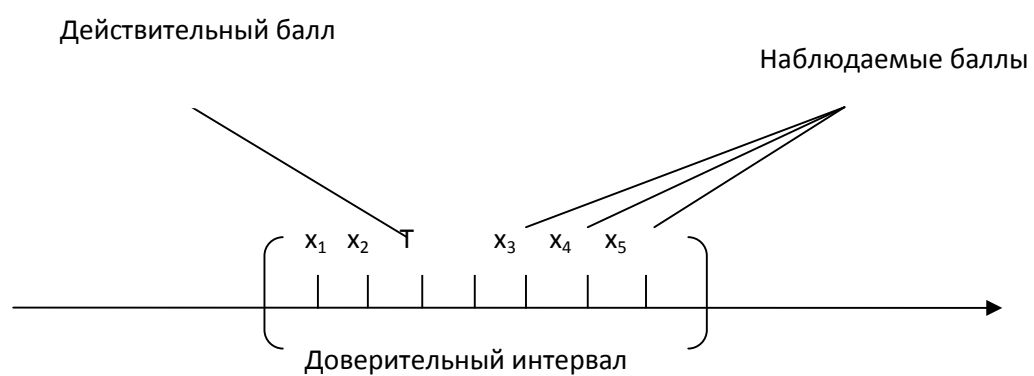
2.4. -

### 2.2.5



. 2.5. -

**2.2.5.1**



. 2.6.

,

( . .

).

,

-

(X),

( ).

,

.

X

,

-

.

-

,

( )

.

:

.

-

,

(

)

,

,

,

.

-

,

,

,

-

.

,

,

( )

( ).

;

,

,

«

»:

1.

,

« » ( )

,

(

,

.).

, -

.

2. ( , )

,

3. ( )

,

4. - ( )

**2.2.5.2**

,

,  
 ,  
 ,  
 ,

,  
 ,  
 ,  
 ,

,  
 ,  
 ,  
 ,

,  
 ,  
 ,  
 ,

,  
 ,  
 ,  
 ,

,  
 ,  
 ,  
 ,

.  
 .  
 :

•  
 (                    );  
 •  
 •  
 •

(                    );

;

(  
 )

-

.

(  
 ).

-

.

«                    »

.

.

(                    «                    »),

(

),

,

:

$$X = A - \frac{b}{k-1}$$

,

X -

, -

, b -

, k -

.

,

,



,  
,  
.  
.  
,  
,  
.  
-  
,  
.  
,  
.  
.  
-  
,  
,  
.  
,  
,  
.  
.  
,  
,  
.  
.  
.  
,  
(  
,  
,  
.  
.  
.  
.

- ( )

.  
,  
(  
).  
.

-

( )

, , , .

.  
, ,

:

, ,

- .

.

,

(

,

,

).  
;

( ,

).  
)

2.2.5.3

( 1 5 ).

( )  
( ).

)(1 ).

:

$$k = \frac{a - 0.5b}{y} x$$

- ;

- ;

- ;

a - ;

b - ;

k - .

( )

« » (+ - 2 (90-100 ) ,  
(82-90), (75 - 82 ), D (67-72), E (60-67), F (<60)).

.

,

,

,

.

,

,

.

(2 )

.

( ).

4

:

1) + 50%

,

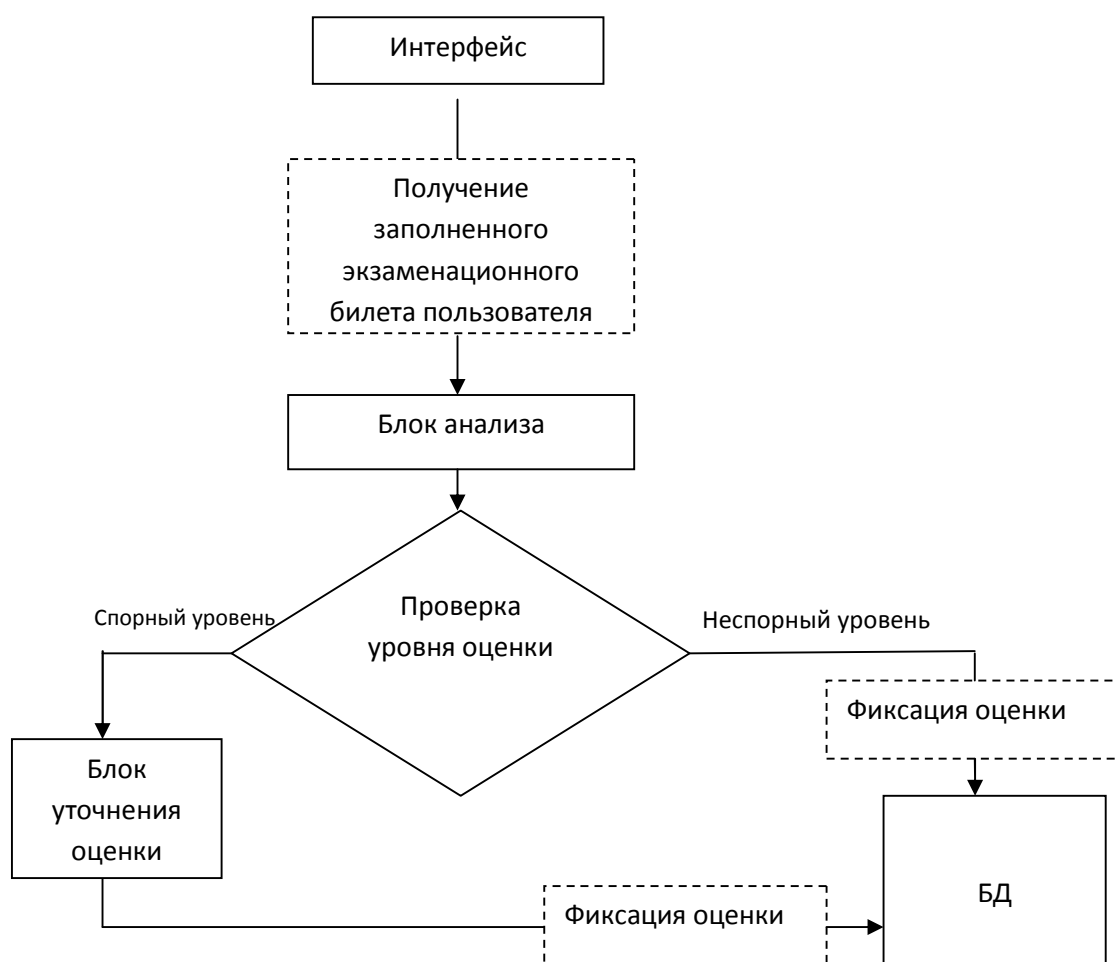
,

,

;

- 2) 50%
- 3) 50%
- 4) 50%

2.7



2.7.

1)

- 2) ;
- 3) ;
- 4) ;  
( )
- 5) ;
- 6) ;
- 7) ;  
( « » ) ;
- 8) ;
- 9) , ;
- 10) ;
- 11) ;
- 12) , ;
- 13) ;
- 14) ;

15) ( , ),  
- ;

16)

### 2.3

1. ( )  
).

1) Программа-клиент (П-К) принимает логин и пароль, вводимые пользователем.

2) П-К проверяет - находятся логин и пароль в пределах допустимого (т.е. не содержат логин и пароль недопустимые символы, какова их длина, и другие ограничения).

3) П-К запрашивает программу-сервер (П-С) о наличии логина в базе и сравнению полученного пароля с эталонным с базы.

3.1) При «-»авторизации – программа - сервер отправляет к программе -клиент сообщение об отказе в доступе к аккаунту, П-К осуществляет повторный запрос авторизации.

3.2) При «+»авторизации П-С посылает с базы на П-К страницу с личными данными слушателя.

2. .

1) П-К делает запрос к П-С об имеющихся дисциплинах, которые проходит слушатель.

2) Слушатель выбирает предмет.

3) П-К делает запрос в П-С об информации по выбранному предмету (результаты предыдущих тестирований, кол-во попыток сдачи, темы тестирования).

4) Осуществляется отправка информации П-С на П-К.

3.

( , )

,

.

, -

- .

- , -

,

- - .

:

)

- ( , ,

2 [ - ];

- ( , ,

1 [ - ];

, ,

3-3,5 );

- ( , , ;

2-3 ).



) ( , - - )  
 - ;  
 - ( );  
 4.

1) Получив запрос П-С высылает в П-К информацию, содержащую инструкцию для ознакомления с проведением тестирования и ожидает ответ от П-К в виде подтверждения об ознакомлении.

2) Инструкция (если необходима). При запуске теста сервер автоматически высылает необходимые инструкции о его прохождении. Инструкция предупреждает о наличии таймера и последствия истечения времени, предупреждает о наличии 2х типов вопросов:

а) Закрытые (где есть готовые ответы). В вопросах этого типа необходимо выбрать правильный ответ из нескольких предоставленных альтернативных ответов. Также к этому типу вопросов относятся менее популярные виды: установление истинности, ложности, соответствия, установление последовательности;

б) Открытые (где нет готовых ответов, их надо конструировать самостоятельно, дополнить, закончить, составить);

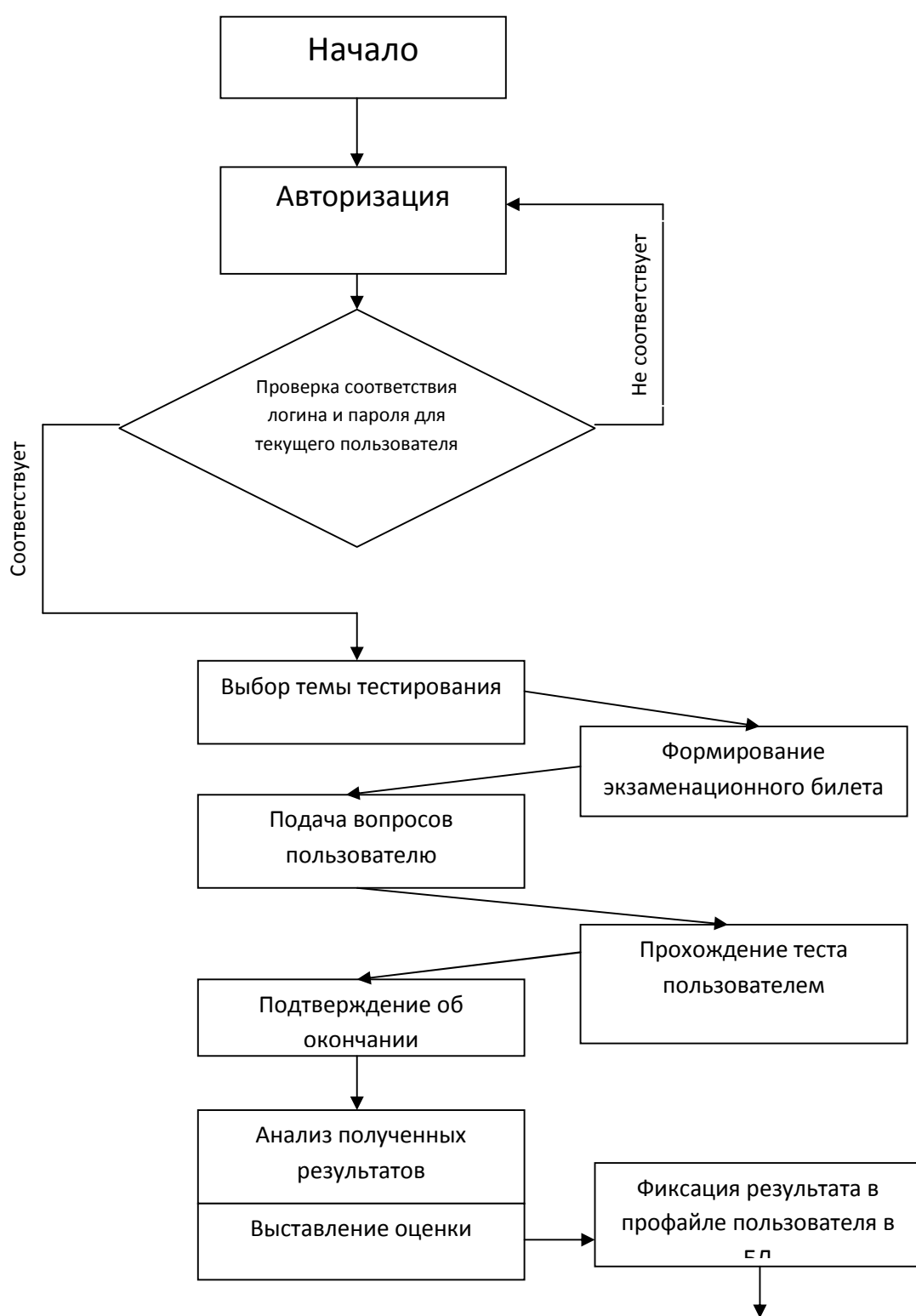
3) После ознакомления пользователь нажимает на кнопку «Начать тест», тем самым отсылает ответ с П-С.

4) Происходит формирование теста на П-С из перечня тематических вопросов, формирование проходит следующим образом:

4.1) Если тест тематический, то из имеющегося перечня вопросов случайным образом выбирается их требуемое количество, но с одинаковым соотношением открытых и закрытых вопросов (1:1);

- 4.2) Если тест модульный или итоговый, то из имеющегося перечня вопросов случайным образом П-С выбирает нужное их количество, но с одинаковым соотношением открытых и закрытых вопросов (1:1), а также с одинаковым соотношением вопросов по каждой теме.
- 5) П-С направляет вопрос с П-К в виде сформированного экзаменационного билета.
- 6) П-С активирует счетчик попыток по прохождению избранное теста. Это означает, что на сервере фиксируется попытка пользователя и добавляется к общему количеству попыток по этой теме, модулю и т.д..
- 7) П-С начинает отсчет времени, отведенного на прохождение теста и отправляет запрос на П-К о включении аналогичного таймера;
  - 7.1) Если по истечении назначенного времени ответ не приходит, П-С фиксирует 0-й результат в профиле пользователя;
  - 7.2) Если пилот самостоятельно отправляет информацию об окончании тестирования П-К П-С (путем нажатия кнопки «Завершить тестирование»), П-С спрашивает П-К заполнен экзаменационный билет.
- 8) П-С направляет билет в блок проверки ответов (БПВ).
- 9) БПВ осуществляет проверки экзаменационного билета путем элементарного сравнения результатов пользователя результатам, которые зафиксированы в БД как эталонные.

Структура алгоритмического обеспечения контроля знаний представлена на рис. П 2.8.



. 2.8.

**3**

