

,

_____ 2023 .

()

“ ”

：“

”

：_____

：_____

：_____ ,

2023

_____ " _____ " _____ 2023 .

1. : “
- ”
13.04.2023 . 507/ .
2. : « 22 » 2023 . " 19 " 2023 .
3. : ,
4. : , - , , -
5. , () :
(),
(- , -)

6. - :

1	.	08.03.2023	
2	.	20.03.2023	
3	.	07.04.2023	
4	.	14.04.2023	
5	.	19.04.2023	
6	1. -	27.04.2023	
7	2.	16.05.2023	
8	3. -	30.05.2023	
9	.	10.06.2023	

7. : “08” _____ 2023 .

()

()

“ ” : 52

., 24 ., 5 ., 7 . .

,

— —

.

— —

.

— — ,

,

.

,

.

— —

.

— .

,

,

,

,

,

,

,

,

.

.....	8
1. -	
.....	10
1.1.	
.....	10
1.2.	.....12
1.3.	, , '13
1.4.	
,	.....19
1.5.	,21
2.	.....26
2.1.	,26
2.2.	.....28
2.3.	.....29
2.4.	.....30
2.5.	
,	.....31
2.6.	
,	.....34
2.7.	
,	.....35
2.8.	
-	,38
3.	-

	.....	41
3.1.	.....	41
3.2.	-	43
3.3.	, - ,	46
	,	49
	.....	51

– ;
– ;
FMS – (Full Mission Simulator) ;
FFS – Full Flight Simulator
;
FTD – Flight Training Device
;
FPTD – Flight Procedures Training Device ;
– ;
– ;
– ;
– ;
– ;

Completely blank area containing only faint, scattered punctuation marks and symbols.

				23.13.73.000			
Виконав.	Єлагін Д.А.				Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Єрмолаєва О.В.					7	51
Нормконт.	Дивнич М.П.				151-401-		
Зав. каф.	Мельник Ю.В.						
							8

;

- .

“ 2023”

,

.

-

-

.

-

-

,

,

.

-

.

,

,

-

.

-

.

“ 2023”.

1

1.1

() -

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

','

23.13.73.000

Виконав.	Єлагін Д.А.				Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Єрмолаєва О.В.					10	51
Нормконт.	Дивнич М.П.				151-401-		
Зав. каф.	Мельник Ю.В.							10

· ,
,
· :
J :

· ,
J :
,

, ·
J :
· ,

J , ·
: · ,

J ·
: · ,
, · ,

1.2

)

)

),
,

),
,

,

1.3

,

,

Ieee-488, Ethernet.



. 1.1

BD 125.

1.1

BD 125

	°/	2000
	°/ 2	4200
	.	1



. 1.2

DC 2267-TCM.

1.2

DC 2267-TCM

		.	.
	°/	1000	400
	°/ ²	1000	80
,	.	.1	1
		45	25

(, ,).



.1.3

«

».



1.4

BD 357-TCG.

BD 357-TCG

	°/	100	100	100
	°/ ²	50	50	50
,	.	5	5	5
	°	±185	±185	±185



.1.5 ’

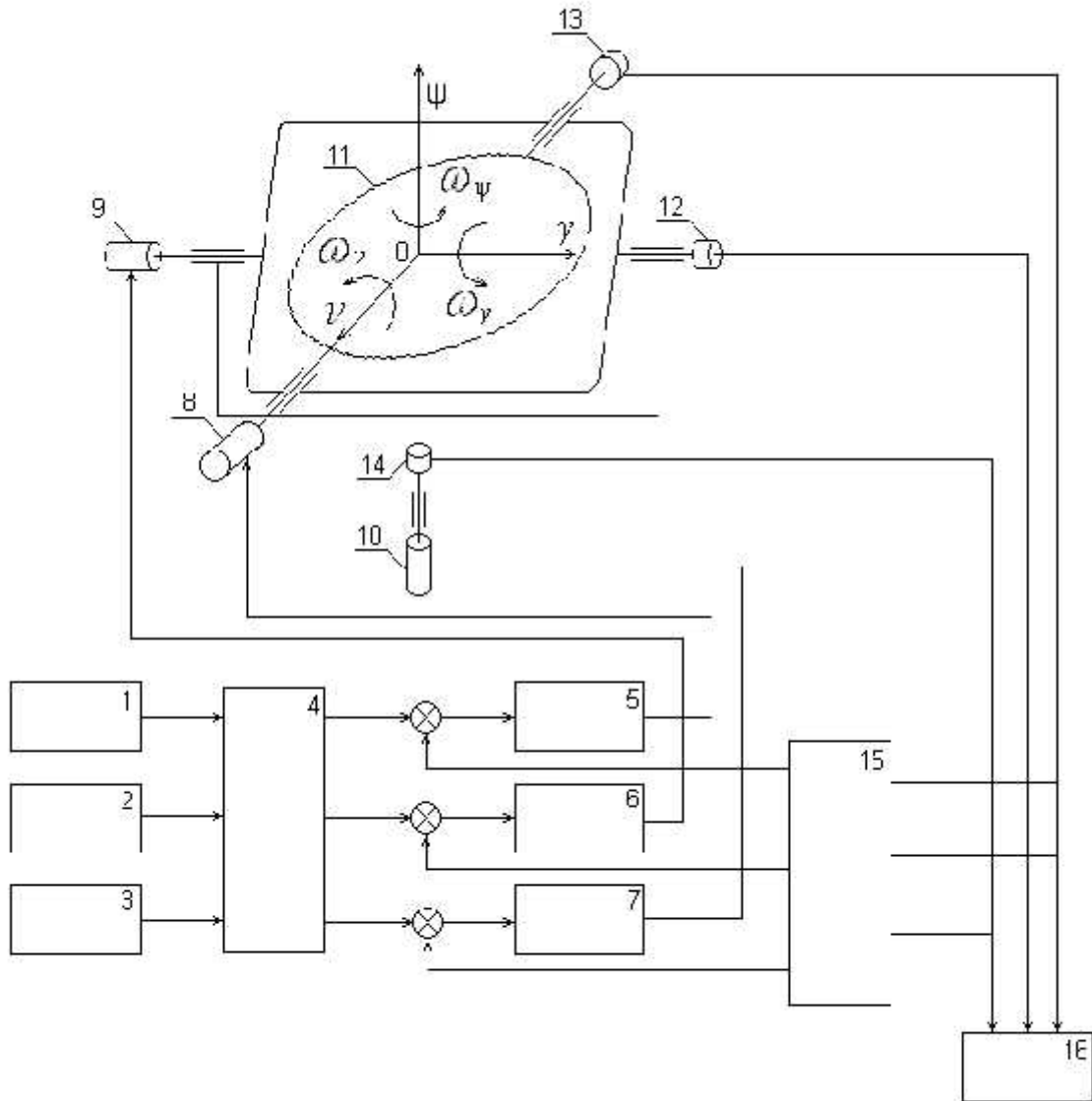
1.4.

ACUTRONIC AG

	• •					
			±60	±110	±60	±45
	°/	1,500	400	400	100	100
	°/ ²	32,000	15,000	15,000	1,200	1,200
	Hz	40	30	25	10	10

1.4

()



. 1.6 DMC.

- 1, 2, 3 – ; 4, 15 – ;
 5, 6, 7 – ; 8, 9, 10 – ;
 11 – ; 12, 13, 14 – ;
 16 – .



. 1.7

FPTD





. 1.8, 1.9

FTD.

Full Mission Simulator (FMS) – ; Full Flight Simulator (FFS) –
 ; Flight Training
 Device (FTD) – ;
 Flight Procedures Training Device (FPTD) – .

(FPTD)



1.10

FMS



1.11 FMS

F-35

(Full Mission Simulator – FMS)

HLA,

()

, , ,

.

.

.

,

-

,

-

(

,

,

,

'

)

,

-

,

DMC (1.6),

-

.

2.1

, . ,

, - . ,

, , . ,

, . ,

:

. ,

, , . ,

, , , (

),

, ,

. ,

,

,

,

,

.

				23.13.73.000			
Виконав.	Єлагін Д.А.				Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Єрмолаєва О.В.					26	51
Нормконт.	Дивнич М.П.				151-401-		
Зав. каф.	Мельник Ю.В.							26

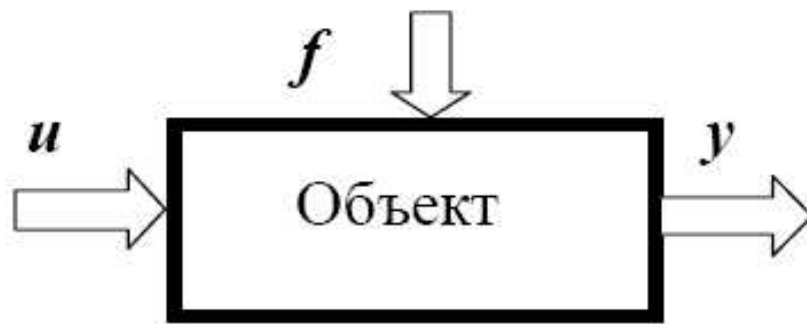


Рис. 1.1

.2.1



.2.2

2.2

2.3

у

u

()

« -

»,

() -

2.4

1.

$$: \boldsymbol{\theta}(\mathbf{0}) = \mathbf{0}; \mathbf{P}(\mathbf{0}) = \boldsymbol{\alpha} ;$$

2.

$$: \boldsymbol{\psi}(k + \mathbf{1});$$

3.

$$: \boldsymbol{\gamma}(k);$$

4.

$$: \boldsymbol{\theta}(k + \mathbf{1});$$

5.

$$: \mathbf{P}(k + \mathbf{1});$$

$e(k)$

$\boldsymbol{\psi}(k + \mathbf{1})$

$$\mathbf{y}(z) = \frac{\mathbf{B}(z)}{\mathbf{A}(z)} z^{-d} \mathbf{u}(z) + \frac{\mathbf{D}(z)}{\mathbf{C}(z)} \mathbf{e}(z).$$

$\boldsymbol{\theta}$

$$L(\boldsymbol{\theta}) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N e^2(k)$$

()

,

.

()

,

.

()

—

$\theta(k)$,

$e(k)$

$y(k)$.

,

,

.

2.5

,

.

(. 2.3)

u

x .

,

,

,

,

u x

«

»

,

.

u

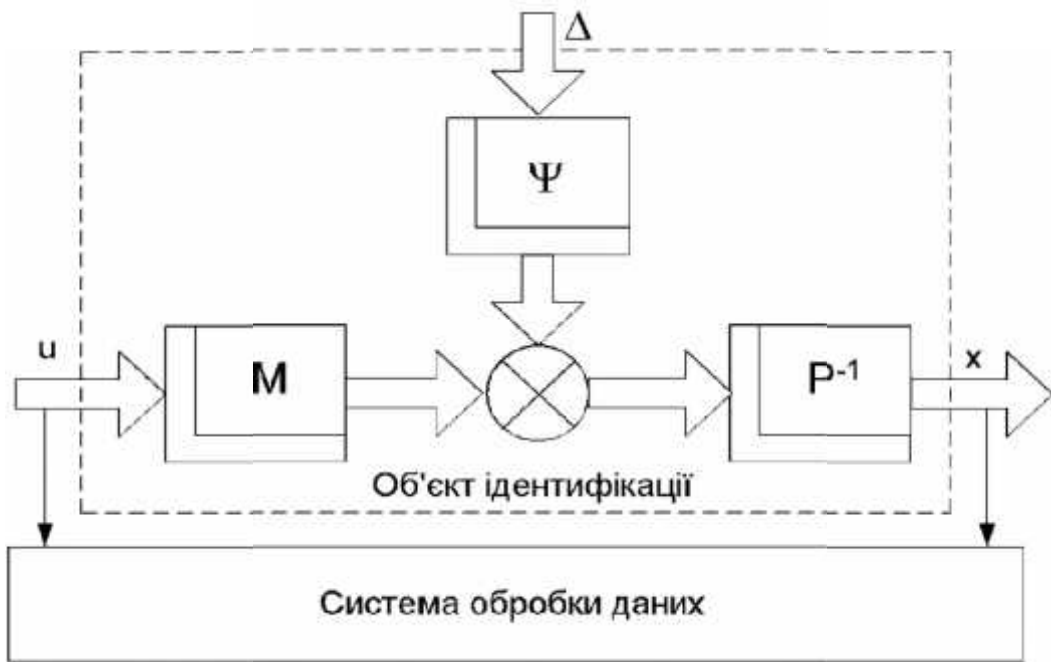
(

)

(

).

,



.2.3

$$P(s)x(s) = M(s)u(s) + \psi(s),$$

$x(s)$ – n -вектор вихідних сигналів (вектор);
 $u(s)$ – m -вектор вхідних сигналів;
 $\psi(s)$ – n -вектор збурень;
 $P(s)$ – матриця передачі, розмірності $n \times n$,
 $M(s)$ – матриця передачі, розмірності $n \times m$,
 $s = j\omega$;

, \mathbf{x}
:

$$\Phi = (P^{-1}M, P^{-1}\Psi) = (K, W); \mathbf{y} = (\mathbf{u}', \Delta)'$$

\mathbf{K} – ;
 \mathbf{W} – ;
 \mathbf{y} – ,
 \mathbf{u}' – .

- :
 1). (.2.3);
 2).

$$: S_x, S_u, S_x, S_u ;$$

- 3). , $S'_{x\Delta}$
;

4). $: S'_y = \begin{bmatrix} S'_u & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & S'_{\Delta\Delta} \end{bmatrix}$ i $S'_y = \begin{bmatrix} S'_u \\ S'_{\Delta x} \end{bmatrix}$;

5). $DD_* = S'_y$ \mathbf{D}, \mathbf{D}_* D^{-1}, D_*^{-1} ;

6). $N = \Gamma S'_x D_*^{-1}$;

7). \mathbf{N} $\mathbf{N}_0 + \mathbf{N}_+$;

8). $\Phi = (K, W) = \Gamma^{-1}(\mathbf{N}_0 + \mathbf{N}_+)D^{-1}$;

9). $P^{-1}M$ \mathbf{P} ;

10). $S'_\psi = P W P$.

,
 , - $s = j$.

2.6

$$e = M[\varepsilon'(t)A(t)\varepsilon(t)] = \frac{1}{j} \int_{-j}^{j} t_i [S'_{\varepsilon}(s)A(s)] d$$

$A(s)$ — , —
 $n \times n$.

$$S'_{\varepsilon}(s),$$

$$e = \frac{1}{j} \int_{-j}^{j} t_i [(\Phi S'_{y\psi} \Phi - S'_{y\psi} \Phi - \Phi S'_{\psi} + S'_{\psi})A] d$$

$$S_y = \begin{bmatrix} S_x & S_u \\ S_x & S_u \end{bmatrix},$$

$$S_y = [S'_x, S_u],$$

(s),

(s).

$$\delta = \frac{1}{j} \int_{-j}^j t_i [(A S'_y - AS'_y) \delta \Phi + \delta (S'_y \Phi A - S_\psi A)] d ,$$

$$A S_y$$

$$\Gamma \Gamma = A; DD = S_y ,$$

$$T = T_0 + T_+ + T_- = \Gamma S_y D^{-1} ,$$

$$\begin{aligned} T_0 - & , & - & ; \\ T_+ - & , & - & ; \\ T_- - & , & - & . \end{aligned}$$

$$W$$

$$\Phi = \Gamma^{-1}(T_0 + T_+)D^{-1} ,$$

W

$$S'_x (s) , S'_u (s) \quad S'_\psi (s)$$

2.7

u X. ,

" "

u \mathbb{C} ,

$$P = M + \psi,$$

$n \mid n \quad n \mid m,$

$$p_{ij}(s) \quad m_{ij}(s) - \quad s = j ;$$

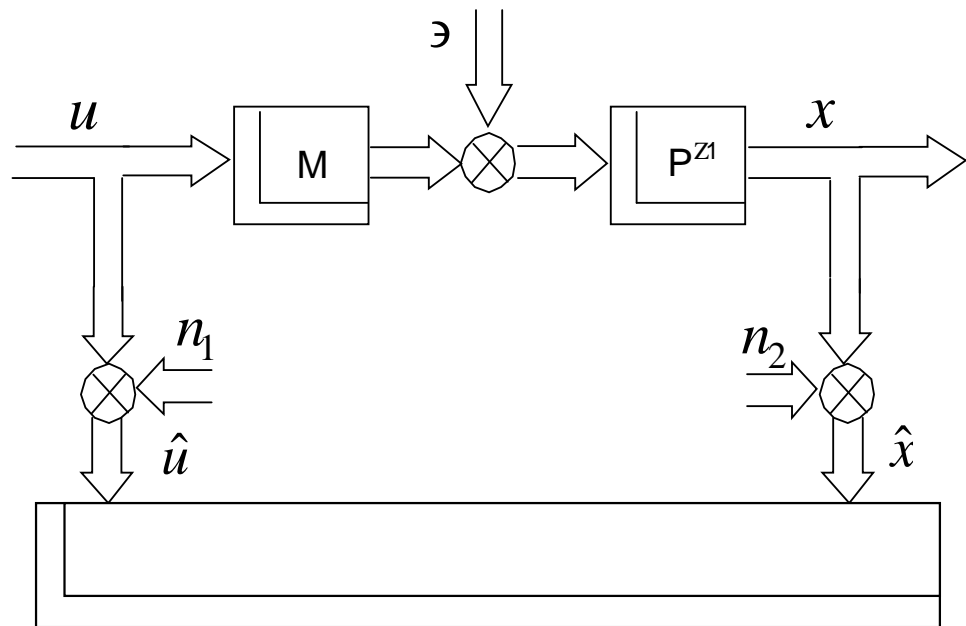
- n- - ;

u - m- - ;

\mathbb{C} - n- , n-

$S_{\mathbb{C}\mathbb{C}}$;

| | - .



.2.4

$$\psi = \Psi \delta$$

$$P(s)x(s) = M(s)u(s) + \Psi(s) \delta(s),$$

$$(s) - \delta(t).$$

$$x = \Phi y$$

$$\hat{x} \quad \hat{u},$$

$$\hat{x} \quad \hat{y},$$

$$(5.50)$$

$$e = \frac{1}{j} \int_{-j}^j t_i [S'_\varepsilon R] d$$

$$S_\varepsilon$$

$$e = \frac{1}{j} \int_{-j}^j t_i [(S'_x - S'_y \Phi - \Phi S'_x + \Phi S'_y \Phi) R] d$$

$$S_y = (S'_u, S'_x); S_y = \begin{bmatrix} S_u & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & S \end{bmatrix};$$

S_x

$$S_x S^{-1} S_x = S_x - S_x S_u^{-1} S_u .$$

S_x

W

uW

W

W_{11}

$-W_{12}$

P, M_j

$W_{11} W_{12}$

\tilde{P}

$$M = P\Phi_1 ,$$

$$S_\psi = P\Phi_1 \Phi_2 P .$$

$$D \Phi = (\Phi_1 \Phi_1) + R_0^{-1}(T_0 + T_+)D^{-1} ,$$

S_ε

2.8

2.7

\mathbf{u} (2.4),

$$P(s)x(s) = M(s)u(s) + \Psi(s) \quad (s)$$

\mathbb{C}

j ,

x

$$x = P^{-1}M u + P^{-1}\Psi$$

$U - n$

$$S_x = P^{-1}MS_u M P^{-1} + P^{-1}\Psi S_\psi \Psi P^{-1};$$

$$S_u = P^{-1}MS_u; \quad S_x = S_u M P^{-1};$$

$$S_\psi = P^{-1}\Psi S_\Delta; \quad S_x = S_\Delta \Psi P^{-1};$$

$$S'_u(s), S'_u(s) \quad S'_x(s)$$

u

$$P^{-1}M = S_u (S_u)^{-1}; \quad M P^{-1} = (S_u)^{-1}S_x;$$

$$P^{-1}\Psi \quad \Psi P^{-1}$$

$$P^{-1}\Psi = S_\psi (S_\Delta)^{-1}; \quad \Psi P^{-1} = (S'_\Delta)^{-1}S_x;$$

$$S_\psi \quad S_s$$

$$S_x = P^{-1}MS_u M P^{-1} +$$

$$P^{-1}\Psi S_\psi \Psi P^{-1}$$

$$S_x = S_u (S_u)^{-1}S_x + S_\psi (S'_\Delta)^{-1}S_x;$$

$$S_{\psi} \quad S_x \quad (\quad S_{\Delta} = E_n).$$

:

$$S_{\psi} S_x = S_x - S_u (S_u)^{-1} S_x .$$

$$S_{\psi} \quad S_x ,$$

$$P^{-1}\psi \quad \psi P^{-1} .$$

$$P^{-1}M \quad P^{-1}\psi$$

$$P^{-1}M \quad P^{-1}\psi .$$

“

”

$$(\quad , \quad , \quad , \quad) .$$

$$(\quad) ,$$

,

3.1

1.

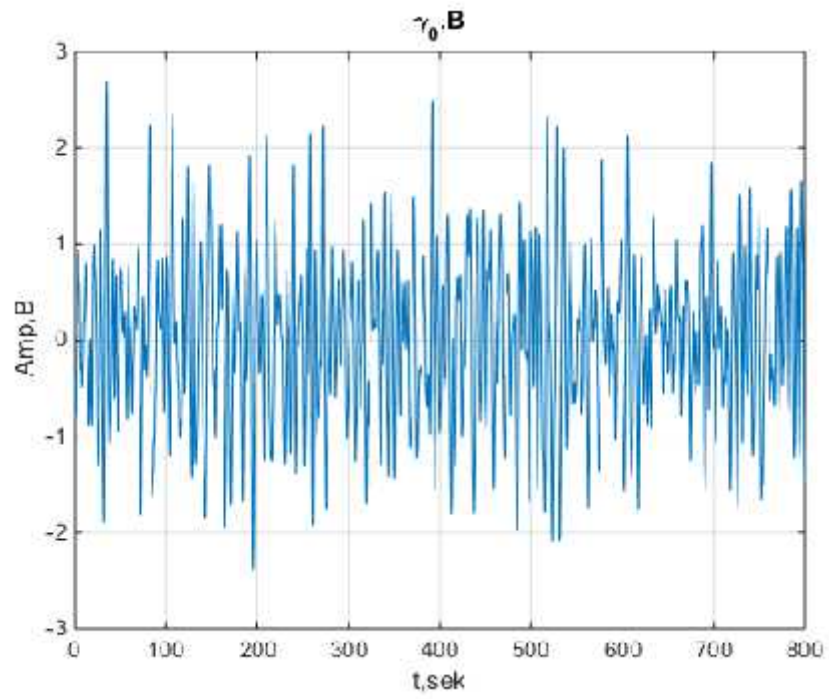
(

2.

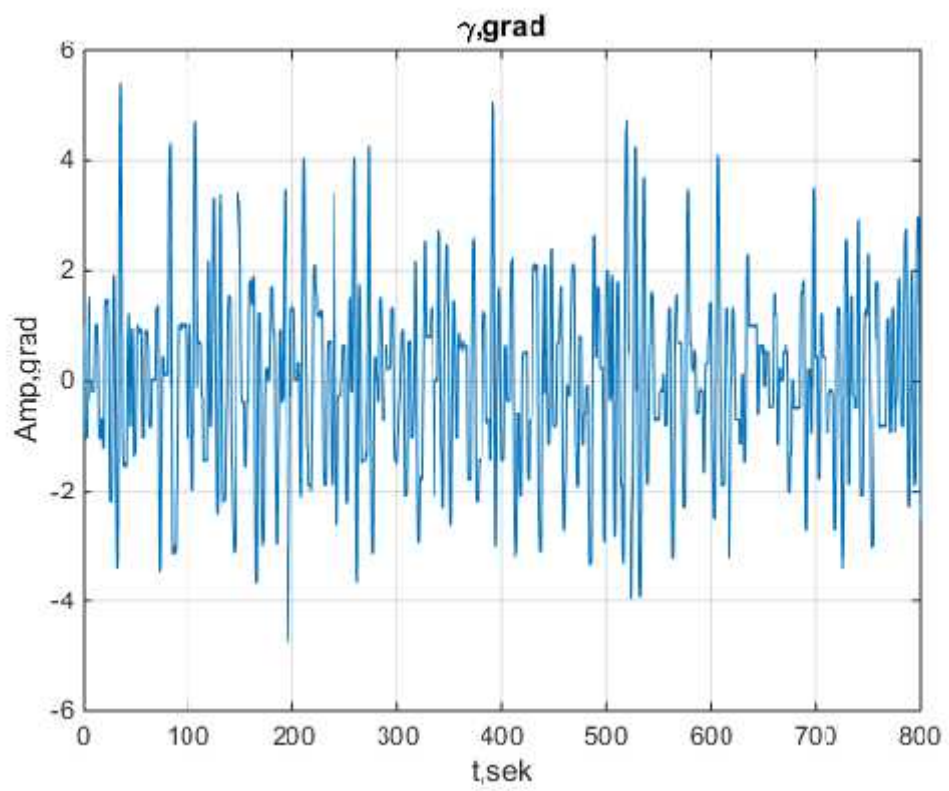
).

23.13.73.000

Виконав.	Елагін Д.А.				Літ.	Арк.	Аркушів	
Керівник	Єрмолаєва О.В.					41	51	
Нормконт.	Дивнич М.П.				151-401-			41
Зав. каф.	Мельник Ю.В.							

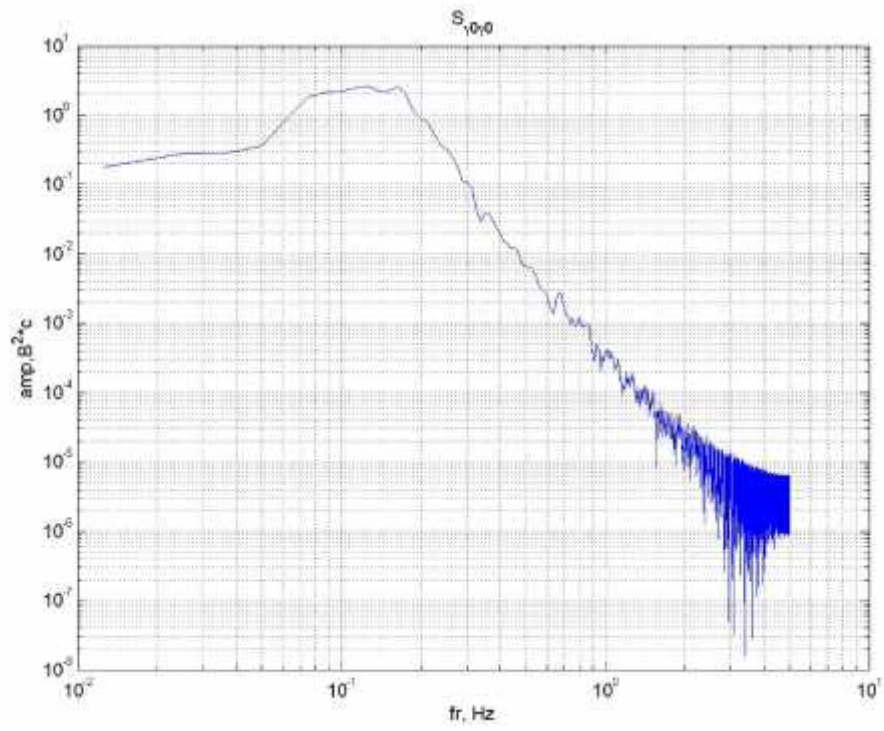


3.1

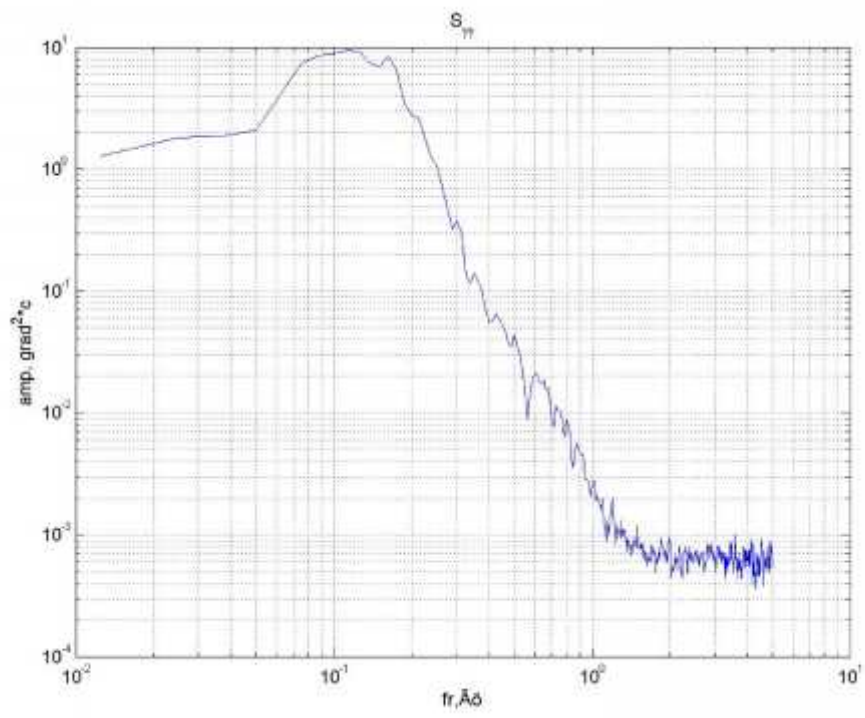


3.2

3.2

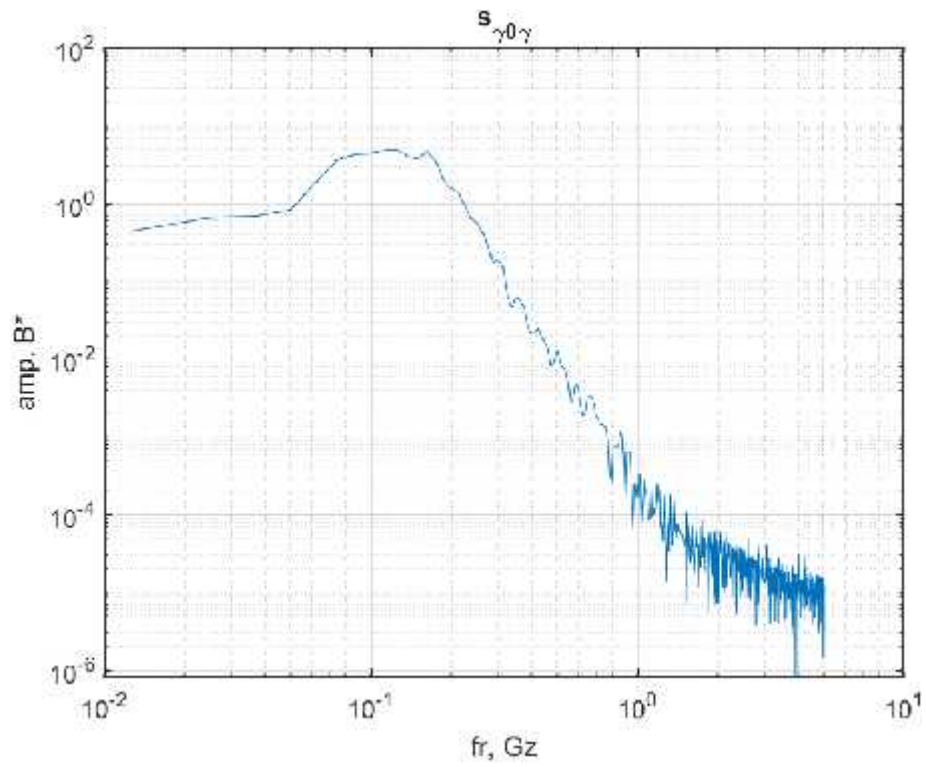


. 3.3

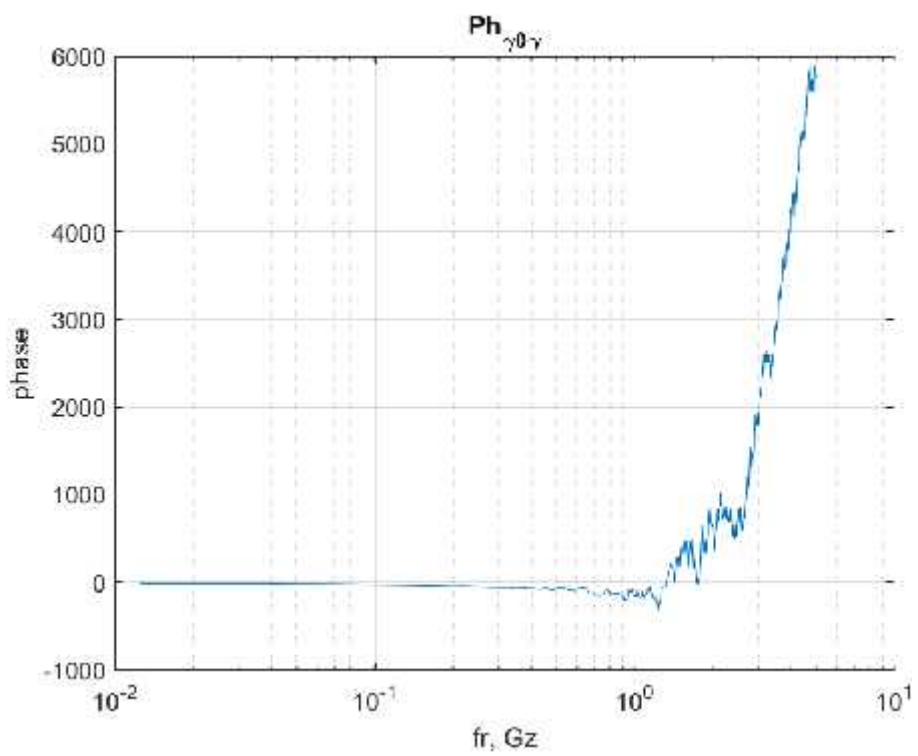


. 3.4

. 3.5 . 3.6.

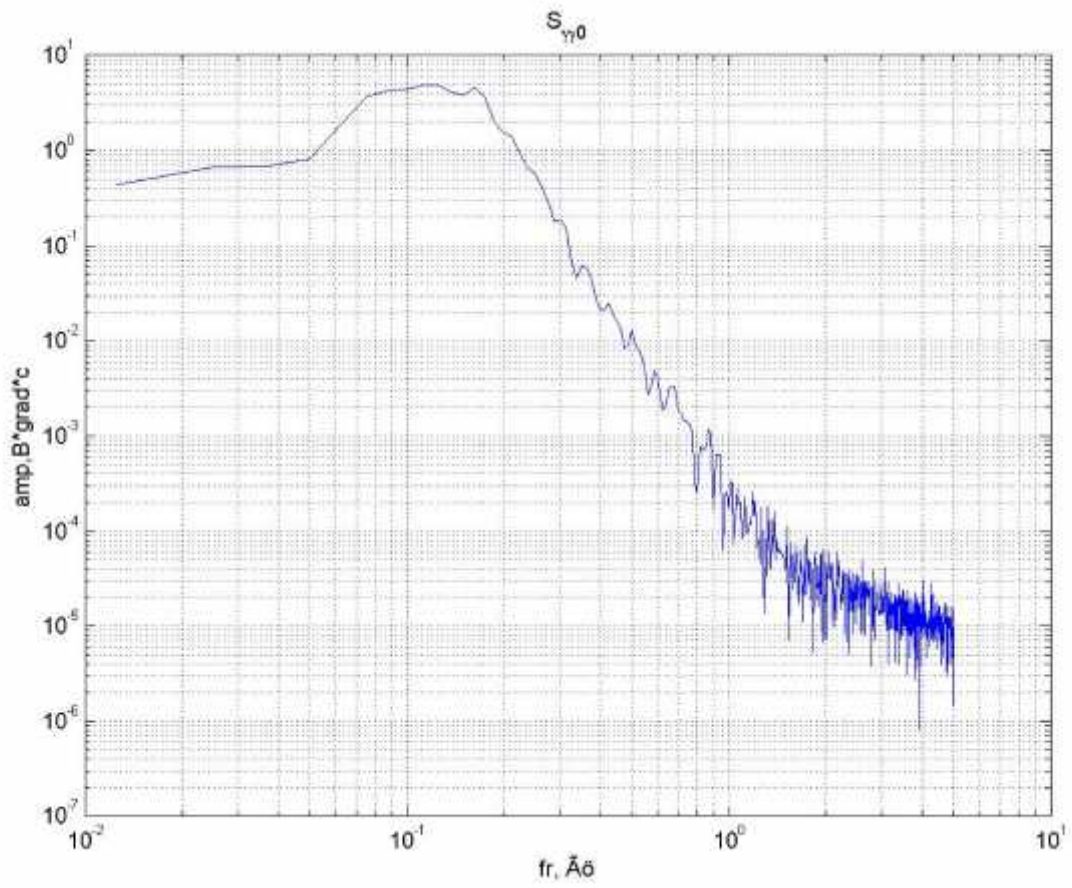


.3.5

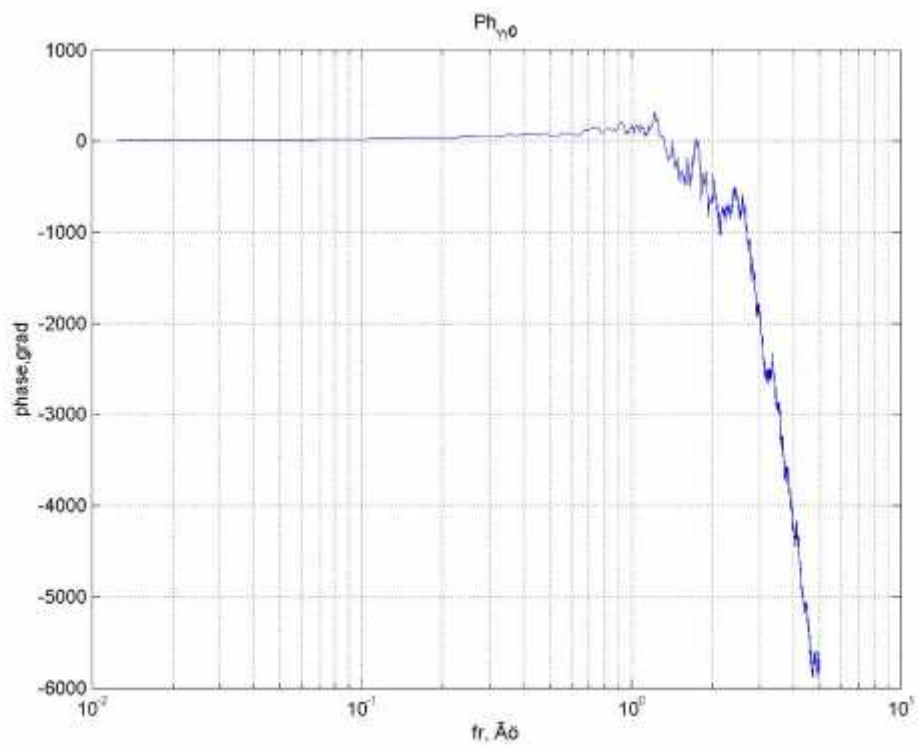


. 3.6

. 3.7 . 3.8



.3.7



.3.8

3.3

$$S_{Y_0Y_0} = \frac{0.7^2}{\pi} \left| \frac{(5.3s + 1)}{(1.76s + 1)(1.14^2s^2 + 2 \cdot 0.32 \cdot 1.14s + 1)} \right|^2 \quad (2.8)$$

$$S_Y = \frac{1.8^2}{\pi} \left| \frac{(3.54s + 1)}{(1.68s + 1)(1.14^2s^2 + 2 \cdot 0.32 \cdot 1.14s + 1)} \right|^2 \quad (2.8)$$

$$S_{Y_0Y} = \frac{0.7 \cdot 1.8}{\pi} \frac{(3.54s + 1)(-5.3s + 1)}{|(1.7s + 1)(1.14^2s^2 + 2 \cdot 0.32 \cdot 1.14s + 1)|^2} \quad (2.8)$$

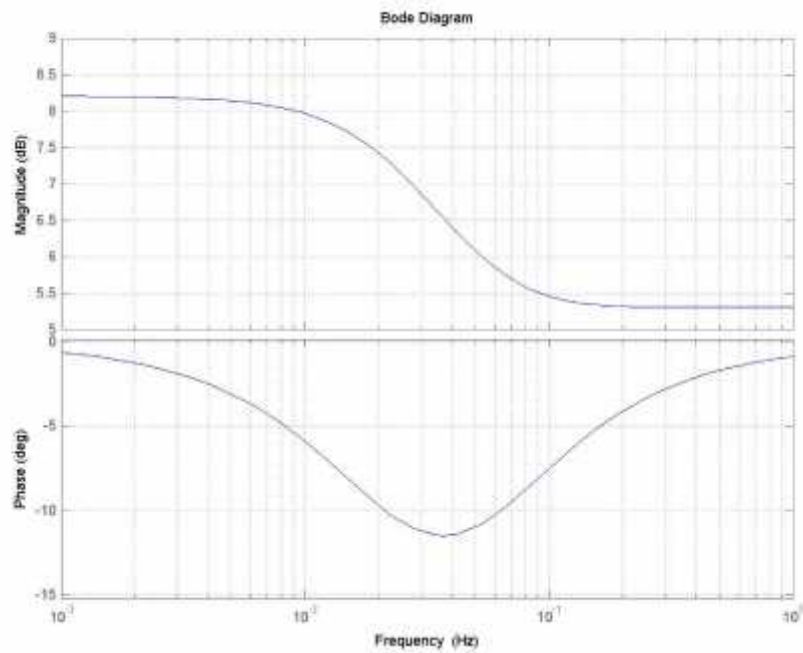
$$S_{YY_0} = \frac{0.7 \cdot 1.8}{\pi} \frac{(-3.54s + 1)(5.3s + 1)}{|(1.7s + 1)(1.14^2s^2 + 2 \cdot 0.32 \cdot 1.14s + 1)|^2} \quad (2.8)$$

Matlab 2014b.

(2.8).

[1],

$$W_Y = \frac{2.5 \cdot |(3.54 + 1)|(1.8 + 1)|^2}{(5.3 + 1)|(1.7 + 1)|^2}$$



.3.9

$$S_{\xi} = \frac{0.6}{\pi} \left| \frac{(3.54 + 1)}{(1.7s + 1)^2 (1.1^2 s^2 + 2 \cdot 0.3 \cdot 1.14 + 1)} \right|^2$$

$$e = \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} t_i [S'_{\xi}] d$$

$$e = 0.1$$

():

$$\frac{e}{\sigma_y^2} = 0.2$$

),

.

,

,

(-).

.

.

-

“ - ”

(, , ,)

“ ”

- . DMC,

DMC

, :

) ;

) ;

) ;

) ;

) .

.

-

,

.

(, ,) ,

,

,

,

.

				23.13.73.000			
Виконав.	Єлагін Д.А.				Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Єрмолаєва О.В.					49	51
Нормконт.	Дивнич М.П.				151-401-		
Зав. каф.	Мельник Ю.В.							49

, ' (-).

.

.

-

1. . . . / . . . “ ”,-
 , , 2003. –208 .
2. . . . “ ”,- , , 2019. – 2 .
3. . . . “ ’ ”,-
 , , 2018. –133 .
4. . . . / . . . “ ”,- ,
 , 2020. –145 .
- 5 “ “ ” ,
 ”,- , “ ”, 2023. –1 .
6. . . . “ -
 ”,- ,
 , 2013. –5 .
7. . . . “ ”,- ,
 , 2012. –79 .
8. . . . , . . . , . . .
 “ ” .
 : – . : , 2004.– . 11.– . 75-78.
9. . . . -
 :
 ., 25-27 2005 . : . – ., 2005.– . 116-117.
10. . . . , . . .
 - . -
 2008: VIII , 4–6
 2008 . – ., 2008. – . 2. – . 252.

11. . . , . . .
-
. : , 16-20 2011 .- , 2011.-
.2.- . 310-313.

12. . . , ' . . , .
-
// ' , ,
CNS/ : -
17-19 2014 ., .: , 2014. - 136