

«

»

_____ ()

«_____»
()

13.03.02

_____ (/)

_____ () / ()

()

_____ « _____ » _____ 2

_____ () _____ ()

_____ (() , () ,)

« »

2

,

,

.

.

,

2.

.

,

220 110 , 220 ,

10 .

220 « ».

2.

63

,

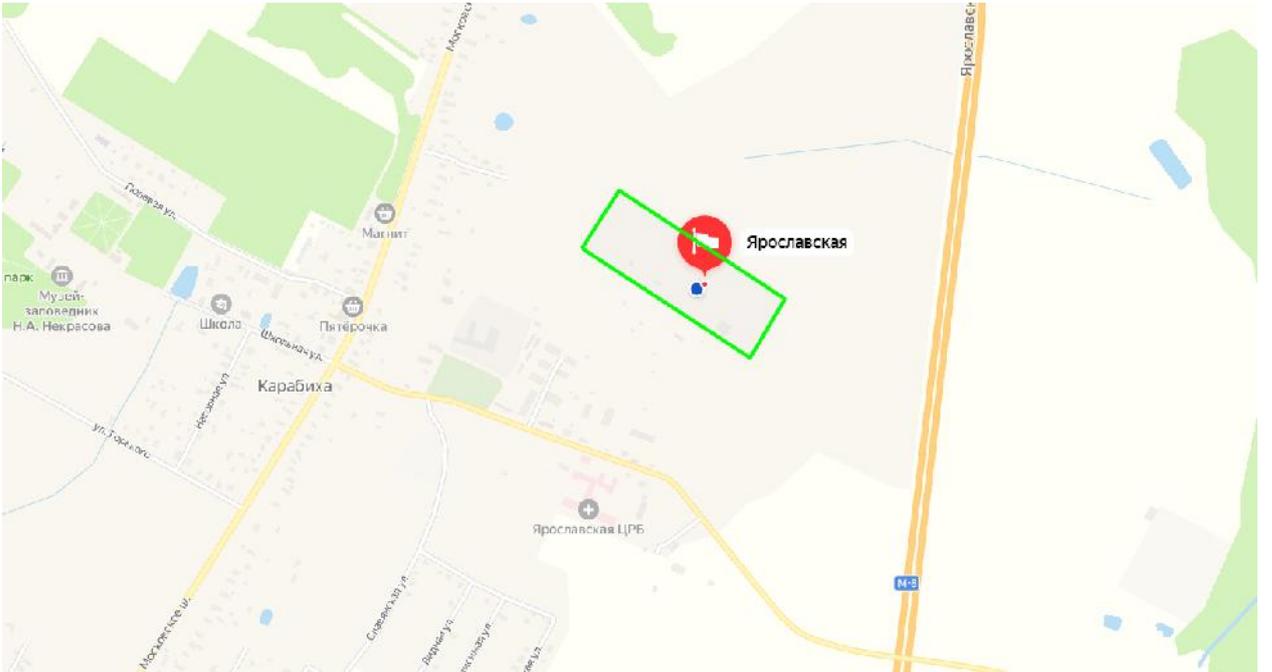
6

1.

	.....	5
1	.....	11
1.1	.....	11
1.2	.....	12
2	.....	15
2.1	.....	15
2.1.1	.....	15
2.1.2	.....	19
2.2	220	20
2.3	110	23
2.4	.....	25
2.5	10	28
2.6	.....	30
2.7	220	38
2.7.1	.....	38
2.7.2	.....	39
2.8	110 2, 3.....	41
2.8.1	.....	41
2.8.2	.....	42
2.9	220	43
2.10	10	46
2.11	10	46
3	.....	51
3.1	.....	52
3.1.1	.....	52
3.1.2	220	52
3.1.3	110	54
3.2	.....	56

3.3	.....	56
3.4	.....	56
4	.....	58
	.....	60
	.....	62

1



1 – « » , - 220 , 110 , 10 . : - ; - 220 (); - 110 (); - 3 -1, -2, -3 125 220/110/10); - - 10 (« »); - -0,4 (, « »).

1

2.

1 -

2

	-2 125
	3
	-125000\220\110\10
-	« - »
	1972 .
	1972 .
	/ -0-11
	125000
	-
	314
	596
	3450
	-
	230
	121
	10,54
U ,%	9,93/30,5/19,2
	85
	982-80
	-110/1000
	()

;

,

,

[1].

2

2.



2 -

2

2

1972 .

10×15

10

12.3.6.

-3 .

()

2

220

:

-
-
-
-
-

220 ;

220 ;

;

;

() .

1 2

110 -

220 -2607, -200,

2017 .

Sprecon

().

-2 .

220 « »

110 , 10 2. 220 2

220 « » -

- 1 -20.

2

220 2

220 .

110 2 (6

7)

2

4 - (- 110-5 4).

10

2.

-2

120 .

- « . » . - ;
- « » ;
- « » . ;
- « » . .
- 140 160 .
- 220 :
- ;
- 110 :
- 220 , 110 , 10 :
- ()
- (10PR)
- (TPZ).
- 220 ;
- 110 ;
- 10 .
- 220 , 110
- 220 24 .
- 110 16 .

, 10

,

2 110 2 .

.

, ,

[2].

61850.

60870-5-104.

« »

, , . .

,

.

220

2

220

-10

1.

2

,

1

1.1

« » :

– 2;

– 220 ;

– 220 ;

– 110 ;

– 10 .

220 , 110

. 220 24 ;

110 16 .

, 10

,

.

10 2.

10 2 (10 - 1 ,

).

:

) – ;

) ;

) 1.

1 15150.

:

– 110 3;

– 110 3

(110 3

);

– 110 2 (2 (-110);
 – 110 2 10 2 ;
 – 10 ;
 – 10 ;
 – 220 (220 2 ();
 – 220 2 220 2;
 – 220 ;
 – 110 ;
 – ;
 – -10 .
 10 10
 10 . -10
 .
 .

1.2

220
 2 (220 « »
).
 3.
 2 - 220

		.,	I 3 ,	I 1 ,
220	II	220	17441	15538
220	II	110	26527	27612

3.

3 - () 220 « »

		.,	I 3 ,	I 1 ,
220	II	220	17486	15196
220	II	110	26425	27604
10	-2	10	31421	-
LR-2				
10		10	11199	-

— , 4.

4 - () 220 « »

		.,	I 3 ,	I 1 ,
220	II	220	17433	15019
220	II	110	26240	27297
10	-2	10	22672	-
LR-2				
10		10	9841	-

2

« »

2

2.1

2.1.1

- :
- :
- - 125000 ;
 - - 63000 ;
 - - 63000 ;
- :
- $U = 230000$;
 - $U_c = 121000$;
 - $U_{-12\%} = 106480$;
 - $U_{+12\%} = 135520$;
 - $U = 10500$.
- ():
- $U - = 11\%$;
 - $U - = 45\%$;
 - $U - = 28\%$.
- :
- $= 280$ () .
- :
- $= 50$ () .
- :
- $I = 0,17\%$ () .
- :

17544

-

±12%, ±6

1, 3:

[3, 4]:

- ;
 - 1:3 -
 ;
 - 0,5% -
 ;
 - 10%.
 1, 2, 3 5.

5 -

1, 2, 3

	1	2*	3
/	125000\220\110\10	125000\220\110\10	125000\220\110\10
	1991	-	1985
. S ,	125	125	125
. ,	125	125	125
. ,	125	125	125
. ,	63	63	63
. U ,	230	230	230
. U ,	121	121	121
. U ,	10,54	10,54	10,54
. ,I ,	314	314	314
. ,I ,	596	596	596
. ,I ,	3450	3450	3450
-	11	10-12**	11
S , U - , %	45	44-48**	45
-	28	25,2-30,8**	28
S , U - , %	305	280**	315
- , P - ,			

- , P - ,	280	280**	306
- , P - ,	275	280**	283
, P ,	60	50	60
, I , %	0,4	0,17	0,4
, %	121±6*2%	121±6*2%	121±6*2%
	/ - 0-11	/ - 0-11	/ -0- 11
		/ /	
	- 110/1000	*	- 110/1000
	110	110	110
	-4	*	-4
	« - »	*	« - »
- S , U - , %	7,2	*	7,2
- S , U - , %	45	*	45
- S , U - , %	30,3	*	30,3
- S , U - , %	20,3	*	20,3
- S , U - , %	45	*	45
- S , U - , %	29,9	*	29,9

* - 2 ;

** - .

5 2 17544

6 -

			-	(= 20 °)			=1,25, (= -20 °)		
6	230	135,5	0,589	314	533	219	392	666	274
5	230	133,1	0,579	314	542	228	392	678	286
4	230	130,7	0,568	314	552	238	392	690	298
3	230	128,3	0,558	314	563	249	392	703	311
2	230	125,8	0,547	314	574	260	392	717	325
1	230	123,4	0,537	314	585	271	392	731	339
0	230	121,0	0,526	314	596	282	392	746	354
-1	230	118,6	0,516	314	609	295	392	761	369
-2	230	116,2	0,505	314	621	307	392	777	385
-3	230	113,7	0,495	314	635	321	392	793	401
-4	230	111,3	0,484	307	635	328	384	793	409
-5	230	108,9	0,473	300	635	335	376	793	417
-6	230	106,5	0,463	294	635	341	367	793	426

08.02.2019 . 81

(4)

20

7.

7 -

20

		- =1,4, (= 20 °),			- =1,6, (= -25 °),		
6	135,5	440	746	307	502	853	350

	,	- =1,4, (= 20°),			- =1,6, (= -25°),		
5	133,1	440	759	319	502	867	365
4	130,7	440	773	333	502	883	381
3	128,3	440	788	349	502	901	398
2	125,8	440	804	364	502	918	416
1	123,4	440	819	379	502	936	434
0	121	440	834	395	502	954	451
-1	118,6	440	853	413	502	974	472
-2	116,2	440	869	430	502	994	491
-3	113,7	440	889	449	502	1016	514
-4	111,3	430	889	459	491	1016	525
-5	108,9	420	889	469	480	1016	536
-6	106,5	412	889	477	470	1016	546

(
)
(20) [5].

(-3).

2.1.2

. 1.9.9
2,25 / - 2
(. 1.9.43, 1.9.3, 1.9.4 - 3000
, 9920 2).

$$L = \lambda \cdot U \cdot k, \tag{1}$$

$$= 2,25 / -$$

$$110, 220 (9920 2);$$

$$= 2,6 / -$$

$$35 (9920 2).$$

220 :

$$L = 2,25 \cdot 252 \cdot 1,0 = 570 \text{ .}$$

$$U = 252 \text{ -}$$

(

$$721-77 \ll$$

, , , .

1000 »), ;

$$k=k \cdot k = 1,0 \times 1,0 = 1,0 \text{ -}$$

(7- . 1.9.44).

110 :

$$L = 2,25 \cdot 126 \cdot 1,0 = 284 \text{ .}$$

$$U = 126 \text{ -}$$

.

35 :

$$L = 2,6 \cdot 40,5 \cdot 1,0 = 105 \text{ .}$$

$$U = 40,5 \text{ -}$$

.

10 :

$$L = 2,5 \cdot 12 \cdot 1,0 = 30 \text{ .}$$

$$U = 12,0 \text{ -}$$

.

2.2

220

,

220

:

-

- 1000-750-600-400/5 ;

- 1,2-1,2-0,8-1,2 ;
 - - 3-3-1-1;
 - - 30.
 7747-68.

220
 2 .
 4 220

, :
 - -2 ;
 - / -2 .
 :
 - U U - ;
 - U U - ;
 -

[6, 7].

$$i = \sqrt{2} \cdot I_0^{(3)} \cdot ; \tag{2}$$

$$= 1 + e^{-0,01/} ; \tag{3}$$

$$= 1 + e^{-0,01/0,06} = 1,85;$$

$$i = \sqrt{2} \cdot 17,43 \cdot 1,85 = 45,6 .$$

() [8]:

$$t = t + t ; \tag{4}$$

$$t = t_1 + t_2 ; \tag{5}$$

$$t = 0,1 + 0,4 + 0,06 = 0,56 .$$

($t = 3T$, $B = 52736-2007$):

$$B_K = (I_0^{(3)})^2 \cdot \left(t + T_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t}{T_a}} \right) \right); \tag{6}$$

:

$$B_K = (17,43)^2 \cdot \left(0,56 + 0,06 \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,56}{0,06}} \right) \right) = 188 \text{ . .}$$

[9]:

$$B = I^2 \cdot t ; \tag{7}$$

$I = \dots$, \dots

:

$$I = 40 ;$$

$$t = 1 ;$$

$$t = \dots ,$$

$$I = \dots , ;$$

$$B = 40^2 \cdot 1 = 1600 \text{ . .}$$

8

220 .

	U =220	U =220
	U =252	U =252
	I =502	I =1000
/ ,	17,43/0,56	40/1
, 2,	188	1600
,	45,6	100
	10 R	10 R
	0.2	0.2
/	0.2S	0.2S

220 « ».

2.3

110

110

- - 3000-2000-1500-1000/5 ;
- - 1,2-1,2-1,2-1,2 ;
- - 1-1-1-1;
- - 30.
- 7747-68.

110

2

4

110 , [10]:

- - 3 ;
- / - 1 .

U U - ;
 U U - ;
 -

3:

$$= 1 + e^{-0,01/0,06} = 1,85.$$

2:

$$i = \sqrt{2} \cdot 27,3 \cdot 1,85 = 72,3 \text{ .}$$

():

$$t = 0,1 + 0,4 + 0,06 = 0,56 \text{ .}$$

t $3T$, **B**
 (52736-2007):

:

$$B_K = (27,3)^2 \cdot \left(0,56 + 0,06 \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,56}{0,06}} \right) \right) = 473 \text{ }^2 \text{ .}$$

:

$$I_{\text{н}} = 40 \text{ ;}$$

$$t = 1 \text{ ;}$$

$$t - \text{ ,}$$

$$I_{\text{н}} \text{ , ;}$$

:

$$B = 40^2 \cdot 1 = 1600 \text{ }^2 \cdot \text{ .}$$

9

110 .

9 -

110

	U =110	U =110
	U =126	U =126
	I =1016	I =2000
/ ,	27,3/0,56	40/1
, 2.	473	1600
,	72,3	100
	10 R	10 R
/	0,2S	0,2S

220 « ».

2.4

,

[11]:

- 1000-750-600-400/5 ;
- 1,2-1,2-3,0-1,2 ;
- 3-3-3-1;
- 30.
- 7747-68.

2 .

- 4
- ,
- :
- 2 ;
- 2 .
- :
- U U . - ;
- U U . - ;
-

3:

$$= 1 + e^{-0,01/0,06} = 1,85.$$

2:

$$i = \sqrt{2} \cdot 27,3 \cdot 1,85 = 72,3 .$$

():

$$t = 0,1 + 0,4 + 0,06 = 0,56 .$$

($t = 3T$, B
52736-2007):

[12, 13]:

$$B_K = (27,3)^2 \cdot \left(0,56 + 0,06 \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,56}{0,06}} \right) \right) = 473 \text{ }^2 . .$$

:

$$I = 40 ;$$

$$t = 1 ;$$

$$t - ,$$

$$I , ;$$

:

$$B = 40^2 \cdot 1 = 1600 \text{ }^2 . .$$

10

10 -

	U =35	U =35
	U =40,5	U =40,5
	I =546	I =1000
/ ,	27,3/0,56	40/1

10

, 2.	473	1600
,	72,3	100
	10 R	10 R
/	0,2	0,2

220

2.5

10

10 :

$$S=63 \quad ;$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}; \quad (8)$$

$$I = \frac{63000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 3464 \quad .$$

20 :

$$I = \quad \cdot I \quad (9)$$

$$I = 1,6 \cdot 3464 = 5542 \quad .$$

10 2

().

4 10

, :

- 3 ;

- 1 .

10 :

- 6000/5 ;

- 1,2 ;

- 0,5;

- 12.

7746-68.

:

- $U = 10$;

- $U = 12$;

-

.

11

10 .

11 - 10

	$U = 10$	$U = 10$
	$U = 12$	$U = 12$
	$I = 5542$	$I = 6000$
/ ,	22,88/0,56	28/3
, 2.	332	2352
,	57,2	80

	10 R	10 R
	0,5	0,5

220 « ».

2.6

10 R.

10% (10)

,

.

,

[13].

:

-

5 ;

-

.

10 R

10%.

. 3.2.29

,

,

:

)

()

,

,

10%.

)

[15]:

-

- ,

;

-

- 50%.

)

,

.

,

10PR TA3-

($r_2 = 6,3$).

:2

.

12.

,

.

.

.

.

12 -

		220	110	10	10
	S	4^{-2}	4^{-2}	10^{-2}	10^{-2}
()	$Z = 2 \times L/S$	$2 \times 0,0175 \times 160 / 4 = 1,4$	$2 \times 0,0175 \times 160 / 4 = 1,4$	$2 \times 0,0175 \times 160 / 10 = 0,56$	$2 \times 0,0175 \times 160 / 10 = 0,56$
,	I1/I2	1000/1	2000/1	6000/5	1500/5
,	S2	30	30	1,2	0,6
	10	30	30	20	10
	$Z = Z + Z + Z$	$1,4 + 6 \times 0,005 + 2 \times 0,03 = 1,49$	$1,4 + 6 \times 0,005 + 2 \times 0,03 = 1,49$	$0,56 + 6 \times 0,005 + 2 \times 0,03 = 0,65$	$0,56 + 6 \times 0,005 + 2 \times 0,03 = 0,65$
10%	$K_{10.}$	30	30	30	9
	$I_{1max} (I_{2max})$	14090	22326	-	7418
	I_{3max}	15289	22961	22881	8566
	$I = k \times I_{1max}$	15289	22961	22881	7418
10%	$K_{10.} = I / I_1$	$15289 / 1000 = 15,3$	$22961 / 2000 = 11,5$	$22881 / 6000 = 3,8$	$7418 / 1500 = 5$
10%	$10 > K_{10.}$	$30 > 15,3$	$30 > 11,5$	$20 > 3,8$	$9 > 5$

		220	110	10	10
	$r_2 = r_2 + r$	$5+1,49 = 6,49$	$7,5+1,49= 8,99$	$0.4+0,65= 1,05$	$0,28+0,65 = 0,93$
	$\alpha_2 = \arctg(x_2/r_2)$	$\alpha_2 = 0$	$\alpha_2 = 0$	$\alpha_2 = 0$	$\alpha_2 = 0$
	k_{50}	2,0	2,0	2,0	2,0
	$m_1 = k_{50} \times K_{10}$	$2,0 \times 30 = 60$	$2,0 \times 30 = 60$	$2,0 \times 17 = 34$	$2,0 \times 9 = 18$
50%	$m_1 > K_{max}$	$60 > 15,3$	$60 > 11,5$	$34 > 3,8$	$18 > 5$
	$U_{2max} =$ $K \times K_{max} \times 1,414 \times$ $\times Z \times I_2 < U_{max}$	$1,82 \times 1,414 \times$ $6,49 \times 1 \times 15,3 =$ $255 < 2000$	$1,82 \times 1,414 \times$ $8,99 \times 1 \times 11,5 =$ $266 < 2000$	$1,8 \times 1,414 \times$ $1,05 \times 5 \times 3,8 = 51 <$ 2000	$1,8 \times 1,414 \times$ $0,93 \times 5 \times 5 = 59 <$ 2000
	$I_{2max} =$ $K \times K_{max} \times 1,414 \times$ $\times I_2 < 1,414 \times I_{max}$	$15,3 \times 1 = 15,3$ $< 40 \times 1 = 40$	$11,5 \times 1 = 11,5$ $< 40 \times 1 = 40$	$3,8 \times 5 = 19 <$ $40 \times 5 = 200$	$5 \times 5 = 25 <$ $40 \times 5 = 200$

:
 - 220 -2 ;
 - 220
 - 220 -2 ;
 - 110 -2 ;
 - 110 -2 ;
 - 110
 - 10 -2 ;
 - 10 .

58669-2019.

25 .

[14].

.3.4.6 . 3.4.7

7×10^2 .

13.

			$1 \quad , / 3 \quad ,$	
(220)	2	()	$I=1200/5$ $S2=60$ $10=30$	$30/$
	$r=0,86$		$4/5$	
	$r=0,1$		$27/ 35$	
(220)	2	()	$I=1200/5$ $S2=60$ $10=30$	$11/27$
	$r=0,86$		$3/4$	
	$r=0,1$		$10/15$	
220 (220)	2	()	$I=1000/1$ $S2=30$ $10=30$	$/$
	$r=0,86$		$5/6$	
	$r=0,1$		$/$	
(110)	-2	()	$I=1500/5$ $S2=30$ $10=30$	$9/14$
	$r=0,86$		$3/3$	
	$r=0,1$		$6/13$	
(110)	-2	()	$I=1500/5$ $S2=30$ $10=30$	$15/28$
	$r=0,86$		$4/4$	
	$r=0,1$		$13/$	

			1 / 3 ,	
2 110 (110)		I=2000/1 S2=30 10=30	/	
	r=0,86		6/6	
	r=0,1		/	
(-2)		I=1000/5 S2=30 10=30	128/-	
	r=0,86		3/-	
	r=0,1		62/-	
(-2) 10)		I=6000/5 S2=30 10=20	42	
	r=0,86		6	
	r=0,1		37	
10		I=1500/5 S2=30 10=20		
	r=0,86		0	
	r=0,1		8	

10 , 10 .

,

,

220 , 110 2,

220 ,

110 , 10 2

-10 .

(

10 R) [16].

,

14 .

14 –

			1 /3 ,	
220	2	I=1200/5 S2=60 10=30 .	80/	
	r=0,1	10PR	43/	
220		I=1200/5 S2=70 10=30 .	/	
	r=0,1	10PR	48/	
110	2	I=1500/5 S2=80 10=30 .	/	
	r=0,1	10PR	28/	

			$1 \cdot /3 ,$	
110		I=1500/5 S2=50 10=30	37/	
	r=0,1	10PR	28/	
10		I=1500/5 S2=30 10=20		
	r=0,1	10PR	30	

2.7

220

2.7.1

:

[18]:

$$I < I , \tag{10}$$

:

$$I = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 314 \text{ A};$$

20 [17]:

$$I = 1,6 \times I ;$$

$$I = 1,6 \times 314 = 502 .$$

$$I = 860 \text{ .}$$

$$I_{-5^\circ} = 1,29 \times 860 = 1109 \text{ .}$$

$$1 \text{ .}$$

[19]:

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C}, \tag{11}$$

$$C = 90 \frac{A \cdot c^{\frac{1}{2}}}{2} -$$

200° .

(=1

):

$$B_k = 17,43^2 \cdot (1 + 0,05) = 319 \text{ }^2 \text{ .}$$

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{319 \cdot 10^6}}{90} = 198 \text{ }^2 \text{ ,}$$

2.7.2

. 1.9.10, 1.9.1,

220 (1000) : 2,0 /

- 2 (. 1.9.43, 1.9.3, 1.9.4.

3000).

70 .

:

$$L = \lambda \cdot U \cdot k, \tag{12}$$

= 2,0 / - (1.9.1);

U = 252 - (

721-77 « , , , .

1000 »), ;

k = k · k = 1,0 · 1,0 = 1,0 -

(7- . 1.9.44),

k = 1,0 - ,

L /h = 2,2 (7-

.1.9.22);

$$L = 2,0 \cdot 252 \cdot 1,0 = 504 .$$

$$m1 = \frac{L}{L},, \tag{13}$$

$$m1 = \frac{504}{32} = 15,75,$$

: Lu = 32 - 70 .

7- . 1.9.20,

, . 1.9.12 .

70

18.

-400/64

(12276)

7 .

2.8 110 2, 3

2.8.1

:

[21]:

$$I < I ,$$

(

$$3.2) I = 635 .$$

20 :

$$I = 1,6 \cdot 635 = 1016 .$$

-600/72.

$$I = 1050 ,$$

$$I_{-5} = 1355 .$$

1 .

(

=1

):

$$B_K = 27,3^2 \cdot (1 + 0,05) = 783 \text{ }^2 .$$

:

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{783 \cdot 10^6}}{90} = 311 \text{ }^2,$$

,

2.8.2

. 1.9.10, 1.9.1

110 (1000) : 2,0 /
 - 2 (. 1.9.43, 1.9.3, 1.9.4. -
 3000).

70 .

[20]:

$$L = \lambda \cdot U \cdot k, \tag{14}$$

= 2,0 / - (1.9.1);

U = 126 - (

721-77 « , , ,

.

1000 »), ;

k = k · k = 1,0 · 1,0 = 1,0 -

(7- . 1.9.44),

k = 1,0 - ,

L / h = 2,2 (7-

.1.9.22);

$$L = 2,0 \cdot 126 \cdot 1,0 = 252 \text{ } .$$

$$m1 = \frac{L}{L}, \quad (15)$$

$$m1 = \frac{252}{32} = 7,88,$$

: $L_u = 32$ – 70 .

7- . 1.9.20,

, . 1.9.12. .

70

9.

-600/72

(12276)

7 .

2.9

220

:

$$U \geq 1,05 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}}, \quad (16)$$

U -

1516.3-96 «

1 750 .

»

$$U \geq 1,05 \cdot \frac{252}{\sqrt{3}} = 152,8 ,$$

U =154 ;

$$U = 154 > 152,8 .$$

.

.

, , :

$$U \leq \frac{U}{1,2}, \quad (17)$$

$U -$

, ;

$$U = 450 -$$

$$\frac{30}{60} \quad 1000$$

$$U = 1,35 \cdot 0,9 \cdot 1,41 \cdot U , \quad (18)$$

$$U = 325 -$$

220

1516.3-96.

$$U = 1,35 \cdot 0,9 \cdot 1,41 \cdot 325 = 557 .$$

$$U = 450 \leq \frac{U}{1,2} = \frac{557}{1,2} = 464 ,$$

.

:

$$I_{MAX} = I , \quad (19)$$

$I_{MAX} -$

, , $I_{MAX} =$

17,44 ;

$I -$

, , $I = 40$;

$$I_{\text{MAX}} = 17,44 \quad I = 40 \quad ,$$

:

- $U = 252 \quad ;$

- $4/10 \quad , I = 100 \quad ;$

- $W = 2,8 \quad / \quad ;$

- $W = W \cdot U \quad , W = 2,8 \cdot 145 = 407 \quad ;$

- $(\quad) - 2;$

-

30/60 $1000 \quad U = 450 \quad .$

- $L = 2,25 \quad / \quad .$

:

$U = U = 252 \quad - \quad ;$

$I = 40 \quad I = 17,44 \quad ($

$) - \quad ;$

$L = 2,25 \quad / \quad L = 2,25 \quad / \quad -$

9920

II* $2,25 \quad / \quad .$

$$L = 2,25 + 20\% = 2,7 \quad / \quad .$$

220 « ».

2.10

10

:

– U U . - ;

– U U . - ;

–

.

0,5;

1

,

.

15150

.

15.

15 –

	U . =10	U =10
	U . =12	U =12
	0,5/3	0,5/3
15150,	1	1

220 « ».

2.11

10

:

$$\begin{aligned}
 U &= U \cdot \dots - \dots ; \\
 I &= I \cdot \dots - \dots , \\
 & ; \\
 i &= i \cdot \dots - \dots ; \\
 I^2 &= \dots \cdot t \dots - \dots ;
 \end{aligned}$$

$$20,777 \dots \quad 10 : I^{(3)} =$$

$$=0,06 \dots$$

10

2

$$16000/10 \pm 10 \times 1,5 \% - 1.$$

$$: S = 16000 \dots$$

:

$$I = K \cdot I = K \cdot \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}, \tag{20}$$

$$=1,8 -$$

-25°

20

$$I = 1,8 \cdot \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 11} = 1512 \dots$$

10

$$i = \sqrt{2} \cdot I_0^{(3)} \dots ; \tag{21}$$

$$= 1 + e^{-0,01/} \dots ; \tag{22}$$

$$= 1 + e^{-0,01/0,06} = 1,85;$$

$$i = \sqrt{2} \cdot 22,67 \cdot 1,85 = 59,3 \quad .$$

():

$$t = 0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,06 = 0,56 \quad (23)$$

(3T , B
52736-2007)

$$B_K = (I_0^{(3)})^2 \cdot \left(t + T_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t}{T_a}} \right) \right); \quad (24)$$

$$B_K = (22,67)^2 \cdot \left(0,56 + 0,06 \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,56}{0,06}} \right) \right) = 319 \quad .$$

$$B = I^2 \cdot t ; \quad (25)$$

I -
,

t — ,
 I . , ;

$$B = 31,5^2 \cdot 3 = 2977 \text{ }^2 \cdot .$$

9920

2,5 / .

,

10

,

$$U = 35 \text{ } .$$

16.

16 —

$U = 10$	$U = 35$	
$I = 1512$	$I = 2000$	
$i = 59,3$	$i = 80$	
$= 319 \text{ }^2$	$T = 2977 \text{ }^2$	()
$L = 2,5 /$	$L = 2,5 /$	(II* 9920)
1	1	

35 2000

220 « ».

2.

$$-125000 \setminus 220 \setminus 110 \setminus 10.$$

2

1

3

,

2

220, 110 10. ()
370 . .

3 ,

10434

« . »
2- .

5×50.

- 2 ,

2 .

(28

, 7 , 4 .
5×50).

2

110 .

3.1

3.1.1

.1.7.112

1

400 °

(,)

$$S = I \cdot S_1 \cdot q; \quad (26)$$

$$q = \sqrt{t + 0,09}; \quad (27)$$

$$t = t_1 + t_2; \quad (28)$$

$S = 2 -$

3.1.2

220

$I = 15,53$

, ;

$S_1 = 14$

$2/$

$-$

1

1

;

$q = 1 -$

,

$$S = 15,53 \cdot 14 \cdot 1 = 217 \text{ }^2,$$

5×50 :

$$S = 5 \cdot 50 = 250 \text{ }^2,$$

:

$$U = I_{(1)} \times R = 15,53 \times 0,3 = 4,66 \quad .$$

10 .

0,8

$$U_h = U_1 - U_2 = 4697 - 4661 = 36 \quad ,$$

1 -

;

2 -

$$I_h = I_{(1)} \cdot \frac{R}{R_h + R_x}; \quad (29)$$

R -

(L = 5) ;

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}; \quad (30)$$

$\rho = 0,12 \quad / \cdot \quad ^2 -$

$$R = \frac{0,12 \cdot 5}{250} = 0,0024 \quad ,$$

$$U = 15,53 \cdot 0,0024 = 37 \quad ,$$

$R_h = 1000 \quad -$

;

$R_x -$

;

$$R_x = x \cdot \rho = 0,8 \cdot 200 = 160 \quad ,$$

$$I_h = 15530 \cdot \frac{0,0024}{1000 + 160} = 0,032 \quad ;$$

$$U_h = \frac{I_h \cdot \rho}{2\pi x}; \quad (31)$$

$$U_h = \frac{0,032 \cdot 200}{2\pi \cdot 0,8} = 1,3 \text{ ;}$$

:

$$I_1 = U + U_h; \tag{32}$$

$$I_1 = 4660 + 37 = 4697 \text{ ;}$$

$$I_2 = U + U_h; \tag{33}$$

$$I_2 = 4660 + 1,3 = 4661 \text{ .}$$

3.1.3

110

$$I = 27,612 \text{ , ;}$$

$$S_1 = 14 \text{ }^2/ - \text{ } 1$$

$$1 \text{ ;}$$

$$q = 1 - \text{ ,}$$

.

$$S = 27,612 \cdot 14 \cdot 1 = 387 \text{ }^2.$$

$$5 \times 50 \text{ .}$$

$$S = 5 \cdot 50 = 250 \text{ }^2.$$

.

.

$$500 \text{ }^2,$$

$$I = 27,612 \text{ , ;}$$

:

$$U = I_{(1)} \times R = 27,612 \times 0,3 = 8,284 \quad .$$

10 .

0,8

$$U_h = 4697 - 4661 = 36 \quad ,$$

1 -

2 -

$$I_h = I_{(1)} \cdot \frac{R}{R_h + R_x}; \quad (34)$$

R -

$$(L = 5 \quad);$$

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}; \quad (35)$$

$$\rho = 0,12 \quad / \cdot \quad 2 -$$

$$R = \frac{0,12 \cdot 5}{500} = 0,0012 \quad ,$$

$$U = 27,612 \cdot 0,0012 = 33 \quad ,$$

$$R_h = 1000 \quad -$$

$$R_x -$$

$$R_x = x \cdot \rho = 0,8 \cdot 200 = 160 \quad ,$$

$$I_h = 27612 \cdot \frac{0,0012}{1000 + 160} = 0,029 \quad ;$$

$$U_h = \frac{I_h \cdot \rho}{2\pi x}; \quad (36)$$

$$U_h = \frac{0,029 \cdot 200}{2\pi \cdot 0,8} = 1,1 \text{ ;}$$

:

$$U_1 = U + U_h; \tag{37}$$

$$U_1 = 8284 + 33 = 8317 \text{ ;}$$

$$U_2 = U + U_h; \tag{38}$$

$$U_2 = 8284 + 1,1 = 8285 \text{ .}$$

3.2

·
- ·
·
35².

3.3

·
(
).
·
,
·
35².

3.4

·
10 (

2

2).

16 ².

6 ².
)

(

2.

220 110

.

,

,

.

.4.2.133-4.2.159.

153-34.3-35.125-

99 (34.35.125-99), -153.34.21.122-2003 34.21.122-87.

(

)

: ,

, .

(3-5

2

5).

220 ,

,

90° .

.

10 .

, :

-

5

10 ;

-

.

,

2.

5×50 .

5×50 .

110

386 ².

(«

6-750 », -56947007-29.130.15.114-

2012

1 .)

400 .

5 ,

-7 .1.7.114.

(

)

: ,

2.

2 ,

.
2 « »
, . , .

2.

-125000\220\110\10.

2 1 3 , 2

4 220 , 2
2 / .

110 , 10

), (

(

10 R).

220

-400/64

70 .

110

2

3.

220 .

10 .

220

«

».

2.

220

110

.

,

,

.

(

)

.

:

,

,

.

,

2.

1. 32144–2013. . EN 50160: 2010 (NQE). . : , 2014. 19 .
2. 50270–92. . 1 .
3. , 1993. 61 .
4. . , 2011. 384 .
5. . 3- ; : - , 2019. 558 .
6. . : 13.03.02 « » . , 2020. 116 .
7. . : , 2006. 670 .
8. . : ; : - , 2021. 156 .
9. . : - , 2022. 236 .
10. . : , 1994. 69 .
11. . : « » : - , 2020. 416 .

