

« (« ») »

—

20.03.01 —

:

_____ .
_____ .
« _____ » _____ 2016 .

:

213	_____	..
	(,)	
, . .- .	_____	..
:	(,)	
, . .- .	_____	..
	(,)	
, . .	_____	..
	(,)	
	_____	..
	(,)	

« _____ »

(« _____ »)

-

_____ . . .
« _____ » _____ 2016 .

213

1.

:

.(03.06.2016 1215-)

2.

: 23.06.2016

3.

:

,

4.

(

): 1

, 2

, 3

, 4

, 5.

5. :
, , - , ,
, ,

6. :
,

7. 10.06.2016

, - .
(): 10.06.2016 _____

57 , 18 , 14 , 26

, , , , ,

—

.

—

, , , , ,

		7
1		9
2		18
3		24
3.1		31
3.2	-	36
3.3		38
4		41
4.1		41
4.2		42
4.3		43
5		44
		54
		56
		58
		59
		60
		61
		62

-

63

64

65

66

67

68

69

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

,

,

,

..

,

,

,

,

.

,

.

1

() , ,

, ,

, , ,

, , ,

2-3

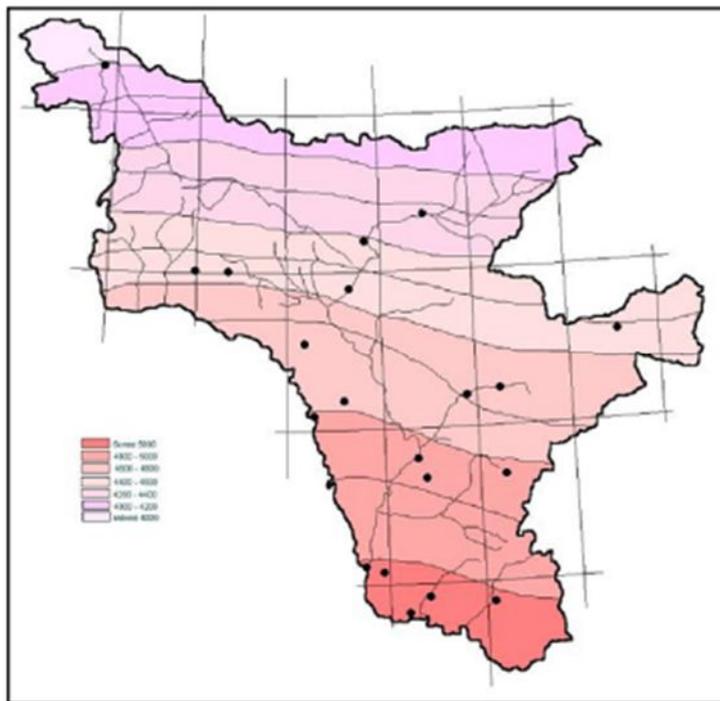
4-6.

()

1 - 3

, ,

() .
4000 5000 / 2
(2 7%),



1 –

/ 2

200 / 2

80 / 2.

200 / 2.

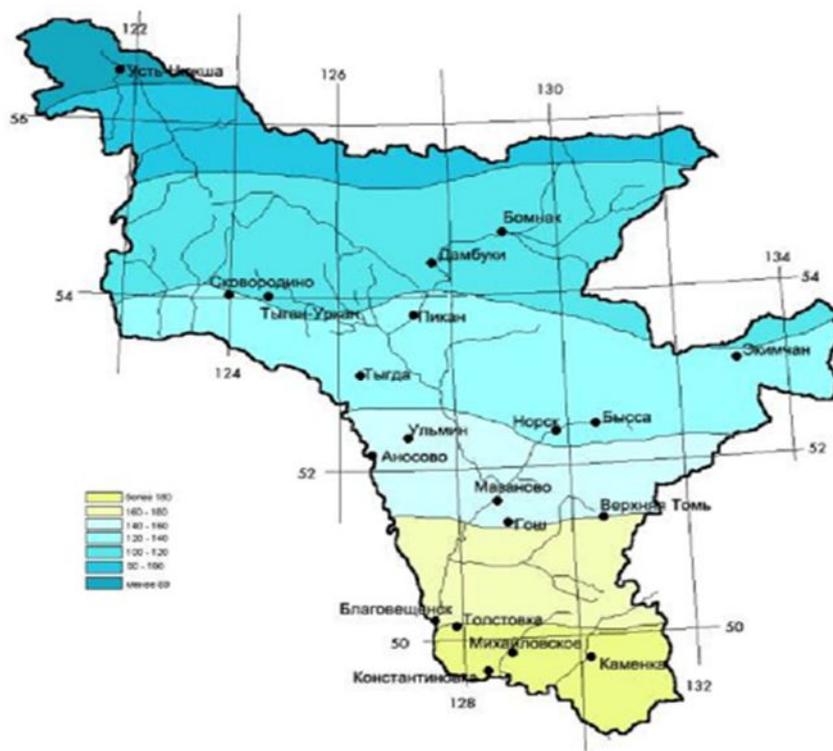
100 / 2

700 / 2.

600 –

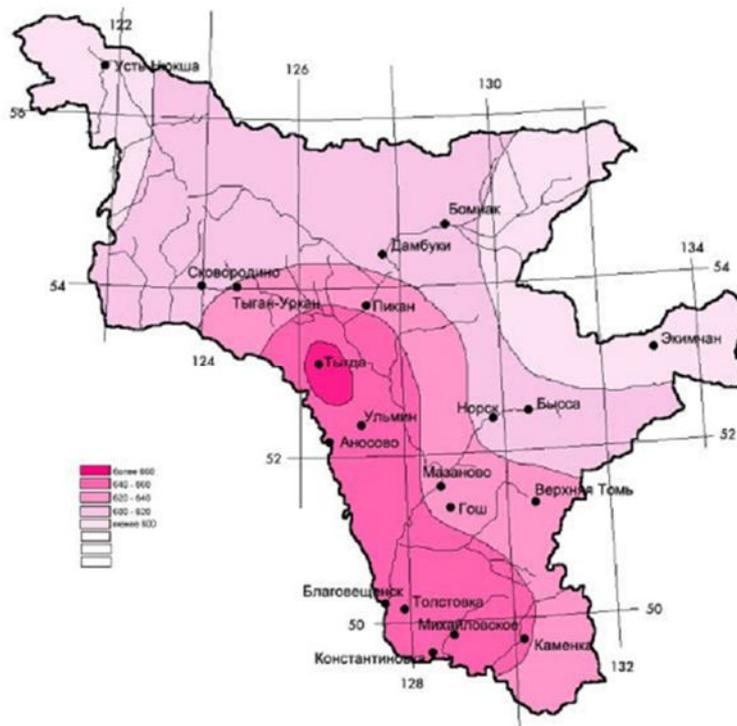
200

/ 2[10].



2 –

/ 2



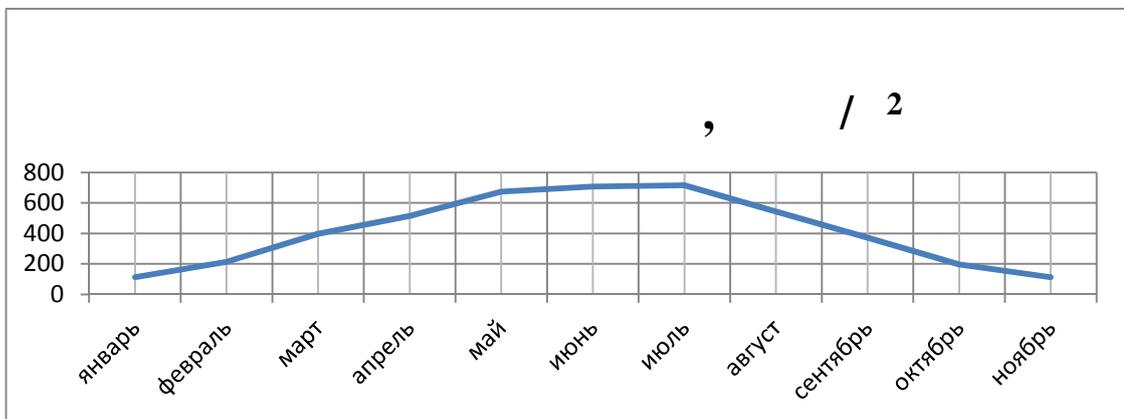
3 –

/ 2,

1[14].

1 - ()

, / 2	
	113
	214
	398
	515
	674
	708
	716
	544
	373
	197
	113
	80



		()	()
		(* / 2),	(* / 2),
	0,609	146,5	89,3
	0,721	161,3	116,2
	0,728	192,2	140,0
	0,746	152,9	114,1
	0,787	130,1	102,5
	0,804	110,8	89,1
	0,814	118,1	96,1
	0,748	138,5	103,5
	0,661	159,0	105,1
	0,525	171,7	90,2
	0,504	158,3	79,9
	0,516	140,4	72,5

3 -

	, * / .
	92,07
	123,20
	162,44
	159,60
	171,74
	165,30
	128,34
	125,55
	122,10
	108,81
	86,40
	75,64

, ,

1900-2000, — 2500.

— 2266 .

— 1600 .

90-95 / 2 110-117 / 2

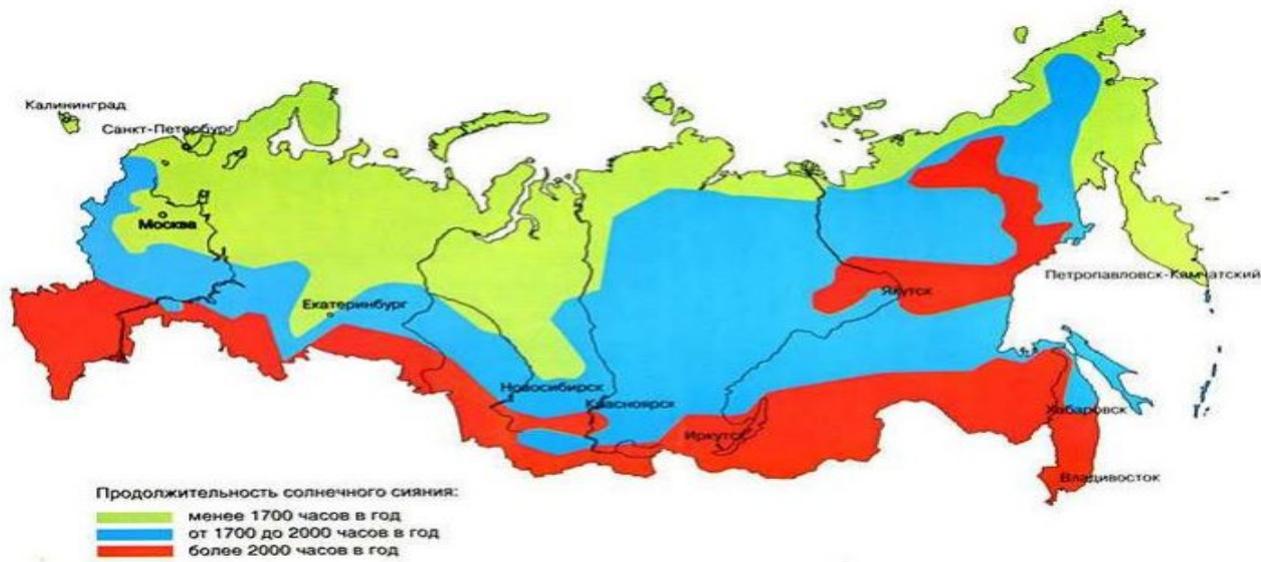
132° 56' . . , 53° 04' . .

50° 15' . . 90 / 2 ,

117 / 2 . 127° 34' . .

(2400-2500)

4



4 –

40 / 2 .

25 - / 2

.

-

(

),

(

-

).

-

,

-

.

() -

- .

« »,

.

-

.

:

1.

—

;

2.

—

;

3.

-

,

;

4.

-

,

-

.

:

-

;

-

;

-

.

2.1

,

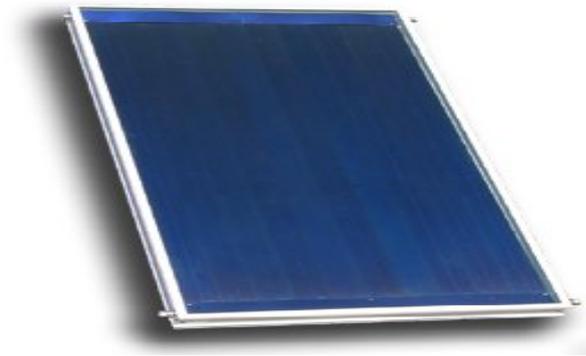
,

.

,

(),

190—210 °C.



5 –

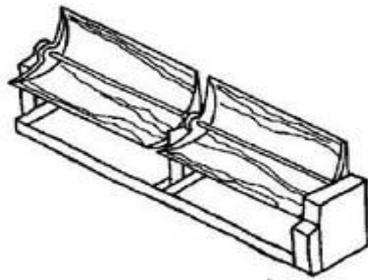
2.1

250—300 °C.



6-

2.3



7-

1)

92 %



8 –

2.)



9 –

1.

;

2.

,

,

,

;

3.

,

,

.

:

1.

,

,

;

2.

-

,

,

,

,

.

3.

,

.

,

:

1)

,

;

2)

,

,

,

;

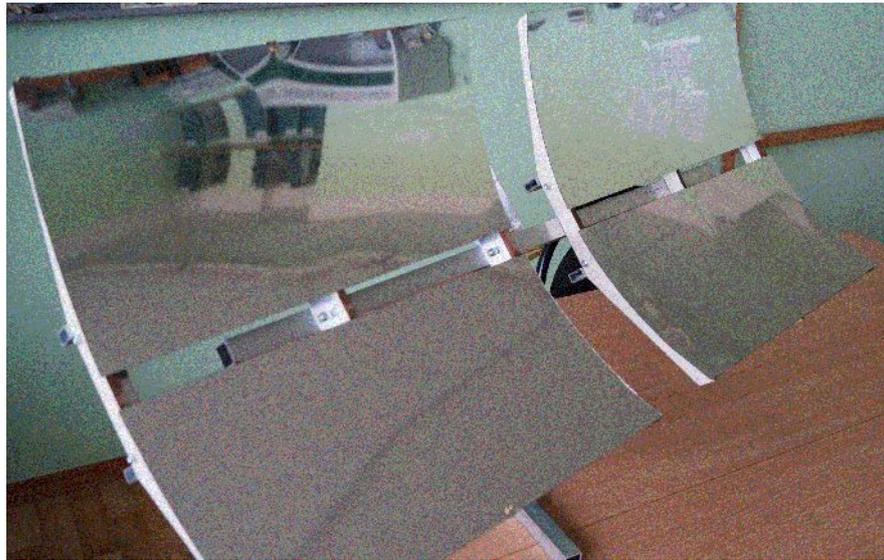
(

).

.

,

,



10 –

1



11 –

2

... ю п ... адь.

... ать ... вы ... яется по формуле:

$$\mu_{\text{конц}} = \mu_{\text{труб}} \cdot \frac{D_{\text{ср}}}{D_{\text{внутр}}} \cdot \alpha_{\text{отр}} - k_1 \frac{\Delta T \cdot S_{\text{ср.труб}}}{W_{\text{рад}} \cdot S_{\text{апер.конц}}} - k_2 \frac{\Delta T^2 \cdot S_{\text{ср.труб}}}{W_{\text{рад}} \cdot S_{\text{апер.конц}}}, \quad (1)$$

$\mu_{\text{труб}}$ -

(...), $\mu_{\text{труб}}=0,658$;

$D_{\text{ср}}, D_{\text{внутр}}$ - средний и внутренний диаметры, м; соответственно, $D_{\text{ср}}=0,04975$, $D_{\text{внутр}}=0,047$;

$\alpha_{\text{отр}}$ - коэффициент отражательной способности, $\alpha_{\text{отр}}=0,99$;

k_1, k_2 - коэффициенты теплопроводности труб (Вт/(м²*К)), $k_1=1,858$, $k_2=0,0067$ Вт/(м²*К);

ΔT - разность температур, °С;

$S_{\text{ср.труб}}$ - площадь поверхности трубы, м², $S_{\text{ср.труб}}=0,094$;

$S_{\text{апер.конц}}$ - площадь поверхности торца трубы, м², $S_{\text{апер.конц}}=7,47$;

$W_{\text{рад}}$ - мощность излучения, Вт, $W_{\text{рад}}=600$.

4.

4 –

1	2
0	0,689535
1	0,689496
2	0,689457
3	0,689417
4	0,689377
5	0,689337
6	0,689296
7	0,689255
8	0,689214
9	0,689173
10	0,689131
11	0,689089
12	0,689047
13	0,689005
14	0,688962
15	0,688919
16	0,688876
17	0,688832

1	2
18	0,688788
19	0,688744
20	0,688699
21	0,688655
22	0,68861
23	0,688564
24	0,688519
25	0,688473
26	0,688427
27	0,68838
28	0,688334
29	0,688287
30	0,68824
31	0,688192
32	0,688144
33	0,688096
34	0,688048
35	0,687999
36	0,68795
37	0,687901
38	0,687851
39	0,687802
40	0,687751
41	0,687701
42	0,68765
43	0,6876
44	0,687548
45	0,687497
46	0,687445
47	0,687393
48	0,687341
49	0,687288
50	0,687235
51	0,687182
52	0,687129
53	0,687075
54	0,687021
55	0,686967
56	0,686912
57	0,686857

1	2
58	0,686802
59	0,686747
60	0,686691
61	0,686635
62	0,686579
63	0,686522
64	0,686466
65	0,686408
66	0,686351
67	0,686293
68	0,686235
69	0,686177
70	0,686119
71	0,68606
72	0,686001
73	0,685942
74	0,685882
75	0,685822
76	0,685762
77	0,685701
78	0,685641
79	0,68558
80	0,685518
81	0,685457
82	0,685395
83	0,685333
84	0,68527
85	0,685208
86	0,685145
87	0,685081
88	0,685018
89	0,684954
90	0,68489
91	0,684825
92	0,684761
93	0,684696
94	0,68463
95	0,684565

1	2
96	0,684499
97	0,684433
98	0,684367
99	0,6843
100	0,684233

69%.

3.1

0,5 .

58

47

7,47

24,155



12 -

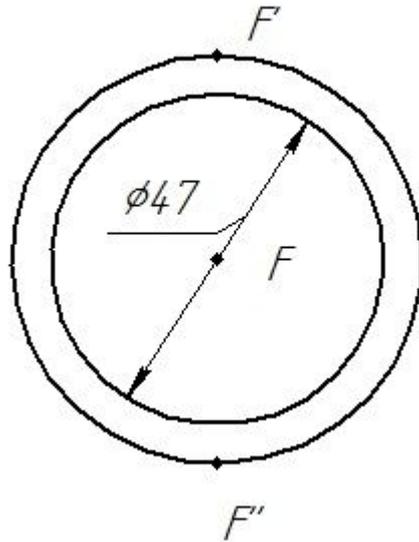
750

$$F' = F + \frac{D_{\text{труб.}}^{\text{внутр.}}}{2}, \text{Мл} \quad (2)$$

$$F'' = F - \frac{D_{\text{труб.}}^{\text{внутр.}}}{2}, \text{М} \quad (3)$$

F – фок , ;

$D_{\text{труб.}}^{\text{внутр.}}$ – , .



13 –

5.

5 –

$F,$	$F',$	$F'',$
750	773,5	726,5

Расче

нений про

$$y = \frac{x^2}{4F}, \text{мм} \quad (4)$$

$$y' = \frac{x^2}{4F'} , \text{мм} \quad (5)$$

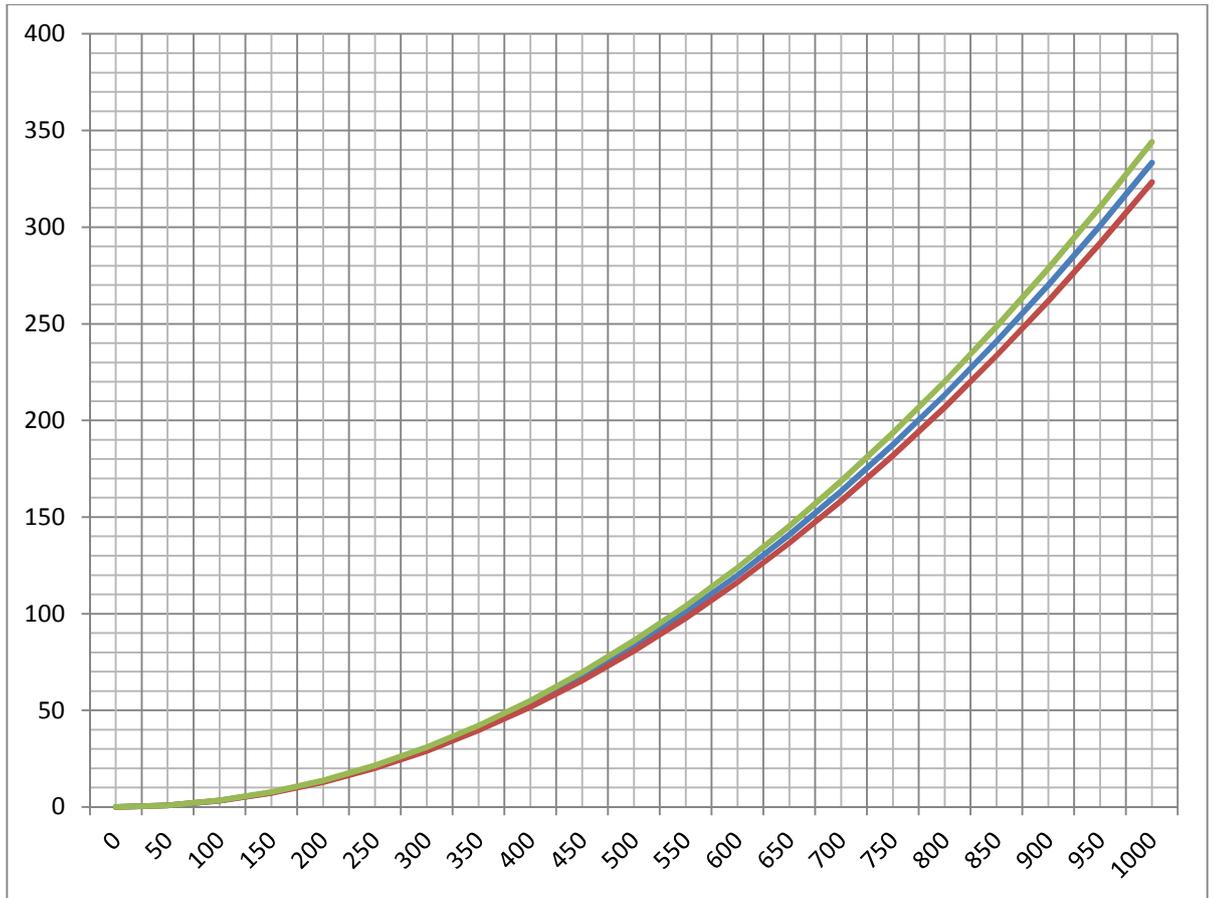
$$y'' = \frac{x^2}{4F''} , \text{мм} \quad (6)$$

6.

6 –

x,	y,	y',	y'',	y-y',	y-y'',
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0
50	0,8	0,8	0,9	0	-0,1
100	3,3	3,2	3,4	0,1	-0,1
150	7,5	7,3	7,7	0,2	-0,2
200	13,3	12,9	13,8	0,45	-0,5
250	20,8	20,2	21,5	0,6	-0,7
300	30,0	29,1	30,9	0,9	-0,9

1	2	3	4	5	6
350	40,8	39,6	42,2	1,2	-1,4
400	53,3	51,7	55,1	1,6	-1,8
450	67,5	65,4	69,7	2,1	-2,2
500	83,3	80,8	86,0	2,5	-2,7
550	100,8	97,8	104,1	3,0	-3,3
600	120,0	116,4	123,9	3,6	-3,9
650	140,8	136,6	145,4	4,2	-4,6
700	163,3	158,4	168,7	4,9	-5,4
750	187,5	181,8	193,6	5,7	-6,1
800	213,3	206,9	220,2	6,4	-6,9
850	240,8	233,5	248,6	7,3	-7,8
900	270,0	261,8	278,7	8,2	-8,7
950	300,8	291,7	310,6	9,1	-9,8
1000	333,3	323,2	344,1	10,1	-10,8



14 -

8

20,13330,2011

« узки [възд йстви »[9].

Нормативне знач

$$W_H = W_m + W_p, \text{ F} \tag{7}$$

W_m, W_p -

W_m

имости z от эквивалентной
следует по формуле

$$W_m = W_0 \cdot K(z_e) \cdot C, \text{ кПа} \quad (8)$$

$W_0 = 0,3$;

$K(z_e) = 0,75$;

$z_e = 2,5$; $C = 1,8$.

Нормативное значение
ветровой нагрузки W_p на эквивалентной высоте z :

$$W_p = W_m \cdot \zeta(z_e) \cdot \nu, \text{ Па} \quad (9)$$

$\zeta(z_e) = 0,85$;
 $\nu = 0,89$.

Ветровая нагрузка $W_{конц.}$ на концы стропил : 8

$$W_{конц.} = W_H \cdot S_{конц.}, \quad (10)$$

$S_{конц.} = 0,7$.

7 –

$W_m,$	0,405
$W_p,$	0,306
$W_H,$	0,711
$W_{конц.}$	5,688

Таким образом произведе

сти ветра:

$$W = v^2 \cdot \rho \cdot k_{кП} \quad (11)$$

v – скорость ветра, м/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м³, $\rho = 1,2$;

k – коэффициент, $k = 0,75$.

В соответствии с таблицей 8.

8 –

Скорость ветра, м/с	Сила ветра, кг/м ²
1	0,007
2	0,029
3	0,065
4	0,115
5	0,180
6	0,259
7	0,353
8	0,461
9	0,583
10	0,720
11	0,871
12	1,037
13	1,217
14	1,411
15	1,620
16	1,843
17	2,081
18	2,333
19	2,599
20	2,880
21	3,175
22	3,485
23	3,809
24	4,147
25	4,500

1	2
26	4,867
27	5,249
28	5,645

3.2

159 , 3 ,

-

40 140.

1050 , 50

20,13330,2011 « ».

Чтобы

ия:

$$W_m < W_{расч} , \tag{12}$$

$$W_m^{-1} , \quad ;$$

$$W_{расч} - , \quad .$$

Требуемый момент :

$$W_m = \frac{M}{R} , \text{ см}^3 \tag{13}$$

— , * ;

R — коэффициент , /², R=2300 /с²

ций на :

$$M = 10,2W_H \cdot h + 2m , \text{ кГ}^* \tag{14}$$

W_H — ----- 8², ;

h — вь , , h=1500 ;

m — м , .

Расчетный момент :

$$W_{расч} = \frac{\pi \cdot D_{ср}^2 \cdot s}{4} , \text{ см}^3 \tag{15}$$

D_{ср} - сг , , D_{ср}=15,4 ;

s — , , s=0,5 .

9.

9 —

*	925,7
, ³	40,2
, ³	93,1

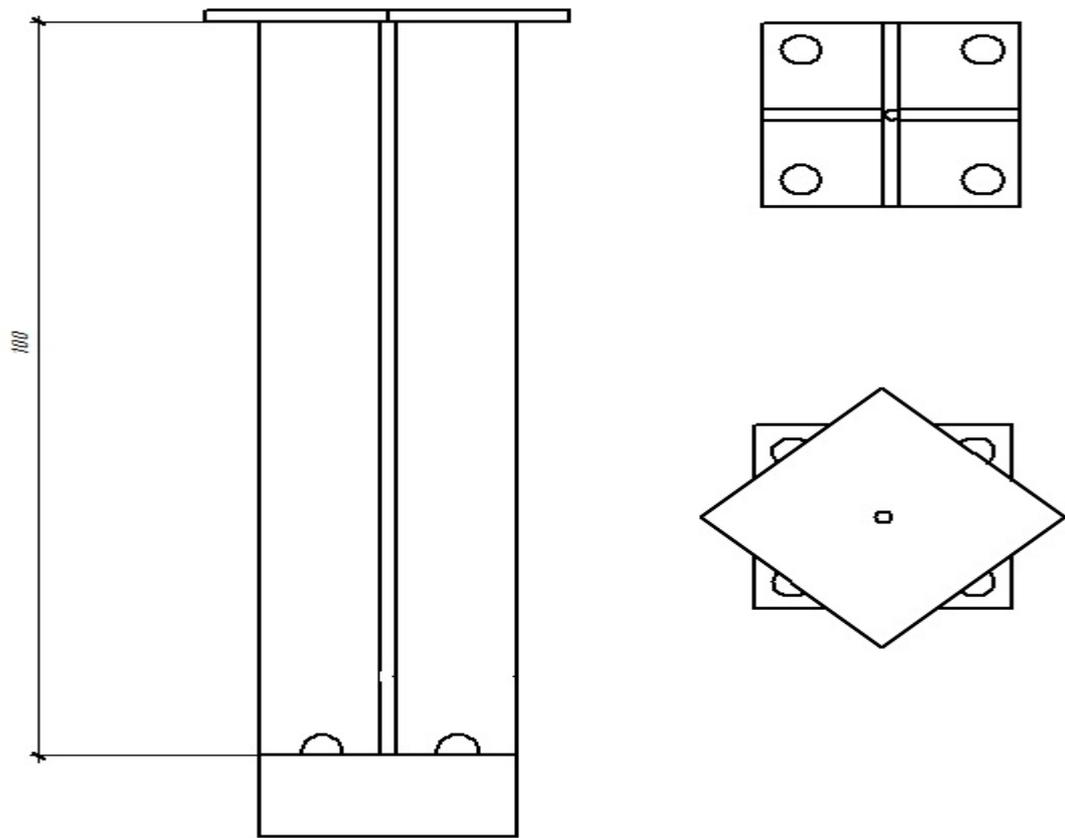
$$W_m < W_{\text{расч}}$$

3.3

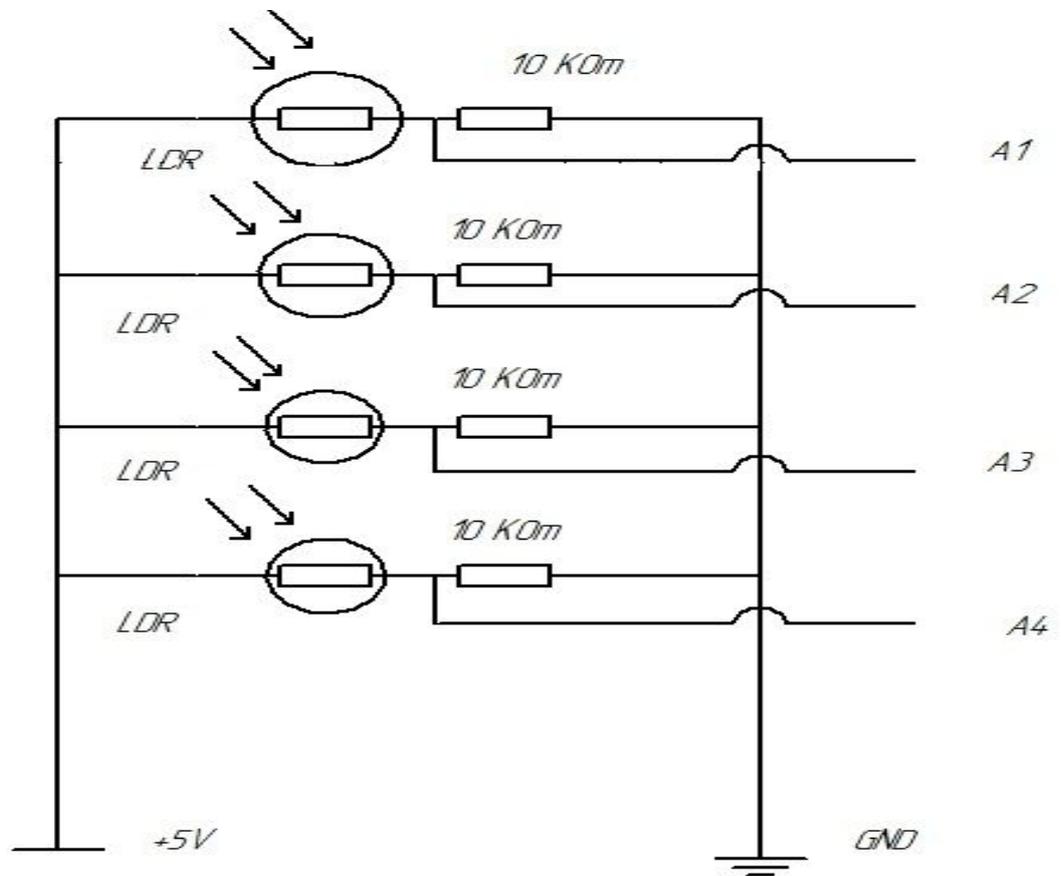
UNO R3,

Arduino IDE.

Arduino



15 -



16 -

4 5

0,5 1

4.2

4.3

568,8

3

3.2.

40,2³,

159

5

93,1³,

2.3

$$\Theta_3 = \frac{P}{3_T + E \cdot 3_K}, \quad (16)$$

одится в соответствии с «Временной программой
вращенного экологического ущерба (1999 г.)».

$$\Delta Y = y \cdot \delta \cdot f \cdot l_d \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot (m_{i_d} - m_{i_{п}}), \quad (17)$$

y - дефиниция, $y=1,1$;

δ - коэффициент, $\delta=34,2$;

f - поправка, $f=1$;

$f=1$;

l_d - индекс, $l_d=5,72$

$m_{i_d}, m_{i_{п}}$ - значения i -

3,2 / 0,76.

Выражаемая тепловой энергией

формуле:

$$Q_{\text{КОТЛ.}}^{\text{мес}} = \mu_{\text{КОТЛ.}} \cdot n \cdot t \cdot \lambda, \tag{18}$$

$\mu_{\text{КОТЛ.}}$ - коэффициент полезного действия котла;

n - количество циклов в час, $n=30$;

t - время в часах, $t = 24$;

λ - удельная теплотворная способность топлива, ккал/кг;

$\mu_{\text{КОТЛ.}}$ - коэффициент полезного действия котла, $\mu_{\text{КОТЛ.}} = 0,76$;

$\lambda = 0,3$.

Тогда годовая тепловая энергия:

$$Q_{\text{КОТЛ.}}^{\text{год}} = Q_{\text{КОТЛ.}}^{\text{мес}} \cdot 8, \tag{19}$$

$Q_{\text{КОТЛ.}}^{\text{мес}}$ - месячная тепловая энергия, ккал;

8 - количество месяцев в году.

Масса топлива:

$$M_{\text{у}} = \frac{Q_{\text{КОТЛ.}}^{\text{год}}}{\mu_{\text{КОТЛ.}} \cdot Q_{\text{уд}} \cdot 1000}, \tag{20}$$

$Q_{\text{уд}}$ - удельная теплотворная способность топлива, ккал/кг;

$M_{\text{у}}$ - масса топлива, кг.

10

10 –

, %	15
(S), %	0,20
* / / / ,	4,01/14,44
/ ,	12,73

Количество энергии

ам:

$$Q_{\text{конц. мес}} = \mu_{\text{конц.}} \cdot W_{\Sigma i}^{\text{рад}} \cdot S_{\text{аперт. конц}} \quad (21)$$

$\mu_{\text{конц.}}$ – ;

$W_{\Sigma i}^{\text{рад}}$ –

эффективность i - (3);

$S_{\text{аперт. конц}}$ –

11

11 -

	Q *
	474,56
	635,01
	837,26
	822,63
	885,19
	852,01
	661,50
	647,12
	629,34
	560,839
	445,33
	389,87

Сумма за год :

$$Q_{\text{конц.}}^{\text{год}} = \sum W_{\Sigma i}^{\text{рад}}, \quad (22)$$

по месторождения :

$$M_y = \frac{Q_{\text{конц.}}^{\text{год}}}{\mu_{\text{котл.}} \cdot Q_{\text{уд}} \cdot 1000}, \quad (23)$$

:

$$M_y^{\text{эк}} = M_y^{\text{котл.}} - M_y^{\text{конц}}, \quad (24)$$

12.

12 –

	Buderus Logano s111	
, μ	0,76	0,69
выработкой энергии, $Q^{\text{год}}$, *	23328	7840,67
,	7,65	2,57
, M_y ,		
, $M_y^{\text{эк}}$,		5,08

1) χ - коэффициент излучения.

$$M_T = A \cdot m \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{n_t}{100}\right), \quad (25)$$

n_t - влажность золь, %, $n_t = 15\%$;

m - расход топлива, кг/ч;

A - коэффициент излучения, $A = 0,0023$;

n_t - влажность золь, %, $n_t = 0$.

2) q_1 - коэффициент излучения.

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot m \cdot \left(1 - \frac{q_1}{100}\right) \cdot 10^{-3}, \quad (26)$$

m - расход топлива, кг/ч;

q_1 - коэффициент излучения, %;

$q_1 = 8$;

C_{CO} - расход оксида углерода, кг/ч;

$$C_{CO} = q_2 \cdot R \cdot Q^H, \quad (27)$$

m - расход топлива, кг/ч;

q_2 - коэффициент излучения, %;

$q_2 = 2$;

R - коэффициент излучения, $R = 1$;

Q^H - теплотворная способность топлива, кДж/кг;

$R = 1$ - коэффициент излучения.

Q^H - теплотворная способность топлива, кДж/кг, $Q^H = 12,73$ / кг.

3) M_{CO_2} - расход диоксида углерода.

$$M_{CO_2} = 3,67 \cdot 0,01 \cdot m \cdot C^P \cdot \left(1 - \frac{q_2}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{q_1}{100}\right),$$

C^P - содержание углерода в топливе, %, $C^P = 73,44$ %.

4) Оксиды азота в пересчете на диоксид азота.

$$M_{NO} = m \cdot K_{NO2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3}, \quad (28)$$

m - количество израсходованного топлива, кг/ч;

β - коэффициент восстановления азота, %;

в рас

водительностью д 30 / ч = 0;

K_{NO2} - параметр, зависящий от количества азота в топливе, кг/ГДж, $K_{NO2} = 0,14$ кг/ГДж.

уоп... ин ГДж т ла, к./... , $K_{NO2} = 0,14$ кг/ГДж.

5) Оксиды серы в пересчете на диоксид серы.

$$M_{SO2} = 0,02 \cdot m \cdot S \cdot (1 - \eta'_{SO2}), \quad (29)$$

S - содержание серы в топливе, %, $S = 0,2$ %;

m - количество израсходованного топлива, кг/ч;

η'_{SO2} - доля оксидов серы, %;

$\eta'_{SO2} = 0,1$;

..... 13.

13 - , /

..... , /		
	0,264	0,175
	0,179	0,119
	18,601	12,349
	0,014	0,009
	0,030	0,020

17,
14 –

14.

	A_i	$m_{iД}, \tau$	$m_{iП}, \tau$	$A_i(m_{iД} - m_{iП})$
	2,7	0,264	0,175	0,239
	0,4	0,179	0,119	0,024
	0,4	18,601	12,349	2,501
	16,5	0,014	0,009	0,076
	0,4	0,030	0,020	0,004
				: 2,844
$\Delta Y = 1,1 \cdot 34,2 \cdot 1 \cdot 5,72 \cdot$ $(2,7 \cdot 0,089) + (0,4 \cdot 0,06) + (16,5 \cdot 0,005) + (0,4 \cdot 0,1) + (0,4 \cdot 6,252) = 612,04$				

612,04

15 –

			« »
159 5 3000	-	-	2570
50 3 1000	-	-	210
140 40 ,2 .	620	-	618
50 50 3, 3180	-	-	260
1000 2000 0,5 , 4 .	1704	1887,91	1902
,4 .	220	200	-
15 15 1,5, 24000 .	1244	1200	1300
15 15 1,5 6000	180	-	186
50 20 1,5, 8000	-	1280	-
2 2, 4000	80	88	84

16 –

Arduino UNO R3	AliExpress www.aliexpress.com	250
Heat Pipe	Opton Impex www.optonimpex.com	4800
SuperPowerJack HARL 3624	www.spektr-tv.ru	5680
ORACAL 641	REMEX www.remexural.ru.	1400

15 16

17.

17 –

1	2
159 5 3000	2570
50 3 1000	210
140 40 ,2 .	618
50 50 3, 3180	260
1000 2000 0,5 , 4 .	1704
,4 .	200
15 15 1,5, 24000 .	1200
15 15 1,5 6000	180
50 20 1,5, 8000	1280

1	2
2 2, 4000	80
Arduino UNO R3	250
Heat Pipe	4800
SuperPowerJack HARL 3624	5680
ORACAL 641	1400
	20432

16:

$$\vartheta_3 = \frac{612,04}{20432} = 0,03$$

2,57

:

1) 33,7%;

2) () 33,5%;

3) () 33,6%

4) 35,7%;

5) 33,3%.

0,03,

-

- 612,04

20432 .

93,1³,

20432

568,8

600 670 /²,

8

- 1 []: : <http://amperka.ru/>
- 2 []: : <http://acc.amur.ru/>
- 3 , []: : <http:// - . />
- 6 , . / , . – , 1989. – 310 .
- 7 []: : http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/
- 8 . . . / . . . – : , 1972. – 110 .
- 9 [] 20,13330,2011 .- « »
10. . . : / . . . – : 2005. – 364 .
- 11 []: : <http://prokat28.ru>
- 12 [] . 23-01-99. .- « »
- 13 25 1 - / , 1976. – 72 .
- 14 . []: : http://net220.ru/solnechnaya_radiaciya_tablicy_insolyacii/
- 15 []: : <http://spektr-tv.ru>.
- 16 []: : <http://www.solarroof.ru/>

- 17 []: :
- <http://electricalschool.info/>
- 18 []: :
- <http://aerkom.ru/>
- 19 Arduino-Home []: :
- <http://arduino.ru/>
- 20 FORUM HOUSE <http://forumhouse.ru>
- 21 Opton Impex []: :
- <http://optonimpex.com>
- 22 Red Rock Energy []: :
- <http://www.redrok.com/main.htm>
- 23 REMEX []: : <http://remexural.ru>
- 24 Solar Front []: : <http://solar-front.livejournal.com/30663.html>
- 25 Solar System []: :
- http://solarsistem.ru/collector_concentrated.php
- 26 Solar Tracking Systems []: :
- <http://microcontrollerslab.com/>

Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate Kurzfassung EN 12975 Test Ergebnisse, Anlage zum Solar KEYMARK-Zertifikat Synthèse des résultats d'essais selon EN 12975, annexe au certificat Solar KEYMARK	Registration No. Registernummer Numéro d'enregistrement	011-7S1542 R
	Date / Datum / Date	24.03.2011

Company / Firma / Société Street / Straße / Rue Postal Code, Place / PLZ, Ort / Code postal, Place	Himin Solar Energy Co., Sun-Moon Mansion, Solar Valley Road, Economic 253090 Dezhou	Country/Land/Pays Website E-mail Tel. / Fax	P.R. China
--	---	--	------------

Collector Type / Kollektorbauart / type de capteur To be roof integrated / im Dach eingegliedert zu sein / pour être intégré dans le toit	Evacuated tube / Vakuumröhrenkollektor / Capteur à tube sous vide No / nein / non
---	--

Product name Produktbezeichnung Modèle	Aperture area Aperturfäche Superficie d'entrée [m²]	Gross length Länge(Außenmaß) Longueur hors tout [mm]	Gross width Breite (Außenmaß) largeur hors tout [mm]	Gross height Höhe (Außenmaß) epaisseur hors tout [mm]	Gross area Bruttofläche Superficie hors-tout [m²]	Power output per collector unit Leistung je Kollektormodul Puissance fournie par le capteur (note 1) G = 1000 W/m² Tm-Ta :				
						0 K	10 K	30 K	50 K	70 K
						[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
HRJ-36/1.8	3,39	1977	2604	150	5,15	2232	2167	2022	1860	1679
HRJ-32/1.8	3,02	1977	2316	150	1,73	1984	1926	1798	1653	1493
HRJ-28/1.8	2,64	1977	2028	150	4,01	1736	1686	1573	1447	1306
HRJ-24/1.8	2,26	1977	1740	150	3,44	1488	1444	1348	1240	1120
HRJ-20/1.8	1,88	1977	1452	150	2,87	1240	1204	1124	1033	933
HRJ-16/1.8	1,51	1977	1164	150	2,30	992	963	899	827	746
HRJ-12/1.8	1,13	1977	876	150	1,73	744	722	674	620	560

Collector efficiency parameters related to aperture area Kollektorleistungsparameter bezogen auf die Aperturfäche Paramètres de performances thermiques rapportés à la superficie d'entrée (note 1)	η_{0a} 0,658 - η_{1a} 1,858 W/(m²K) η_{2a} 0,0067 W/(m²K²)
--	---

Stagnation temperature / Stagnationstemperatur / Temperature de stagnation (note 2)	t_{stg} 244 °C
--	------------------

Effective thermal capacity / Effektive Wärmekapazität / Capacité thermique effective	$c_{eff} = C/A_a$ 16,48 kJ/(m²K)
---	----------------------------------

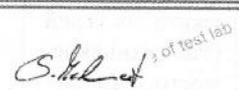
Max. operation pressure / max. Betriebsdruck / pression d'opération de maximum (note 3)	p_{max} 600 kPa
--	-------------------

Incidence angle modifiers $K_f(\theta)$ Einfallswinkelkorrekturfaktoren $K_f(\theta)$ Facteur d'angle d'incidence $K_f(\theta)$	G_{TOT}/G_{TOT}		θ_T / θ						
	min	max	50°	10°	20°	30°	40°	60°	70°
	0,00	0,13	$K_f(\theta_T)$ 1,31	1,01	1,03	1,10	1,22	1,29	1,16
			$K_f(\theta_L)$ 0,92	1,00	1,00	0,99	0,96	0,84	0,69

Testing Laboratory / Prüflaboratorium / Laboratoire d'essais Website Test report id. number / Prüfberichtsnummer / numéro d'identification de rapport des essais Date of test report / Datum des Prüfberichts / date de rapport des essais Perf. test method / Leistungstestmethode / méthode d'essai de performance	Fraunhofer ISE, TestLab Solar Thermal Systems www.kollektor-test.de ktb-2011-04-k2 und ktb-2011-05-k2 24.03.2011 EN 12975-2 6.1.4 (outdoor/außen/extérieur)
---	---

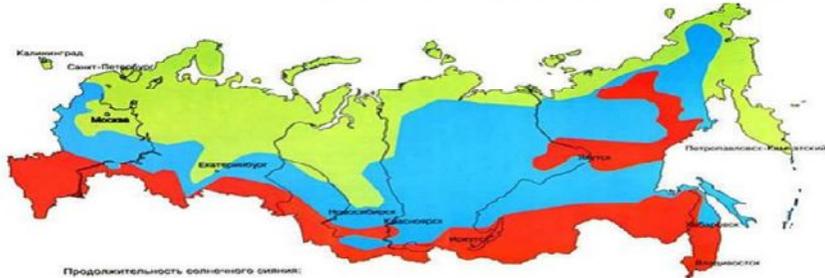
Comments of testing laboratory / Kommentare des Prüflaboratoriums / commentaires du laboratoire d'essais :
 English: The gross collector areas, describing the maximum total collector are without connection tubes, are manufacturers specifications. The given aperture areas for the collector modules HRJ4-12/1.8 and HRJ4-36/1.8 are measured values, the others were calculated.

Deutsch: Die Brutto-Kollektorflächen entsprechen den Herstellerangaben und beschreiben die maximalen Abmaße der Kollektoren ohne Anschlüsse. Die angegebenen Aperturfächen der Kollektoren HRJ4-12/1.8 sowie HRJ4-36/1.8 wurden messtechnisch ermittelt. die Aperturfächen der weiteren Kollektoren wurden rechnerisch bestimmt.

Note 1 Test conditions / Prüfbedingungen conditions d'essais	Fluid Flüssigkeit Liquide	Water Wasser Eau	Flow rate Durchfluss Débit	0,020 kg/s per m²
Note 2 Irradiance / Bestrahlungsstärke / Irradiance Ambient temperature / Umgebungstemperatur / Temperature ambiante: $t_a=30$ °C	$G=1000$ W/m²			
Note 3 Given by manufacturer / Herstellerangaben / donnée par le fabricant				

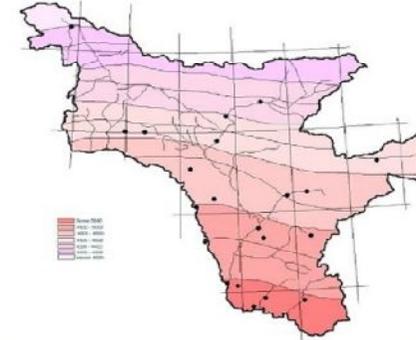
DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin
 Tel: +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@dincertco.de • www.dincertco.de

ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

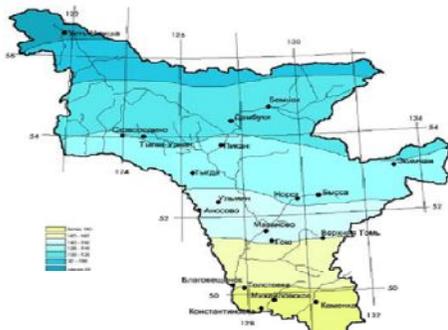


Продолжительность солнечного сияния:
 менее 1700 часов в год
 от 1700 до 2000 часов в год
 более 2000 часов в год

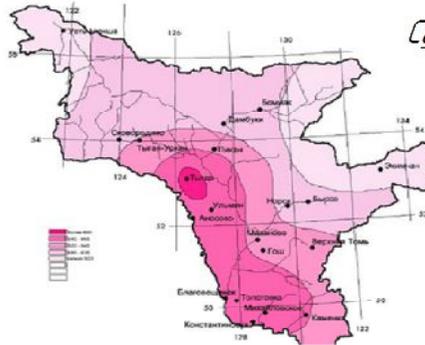
Продолжительность солнечного сияния



Суммарная радиация на горизонтальную поверхность, МДж/м² Год



Суммарная радиация на горизонтальную поверхность, МДж/м² Январь



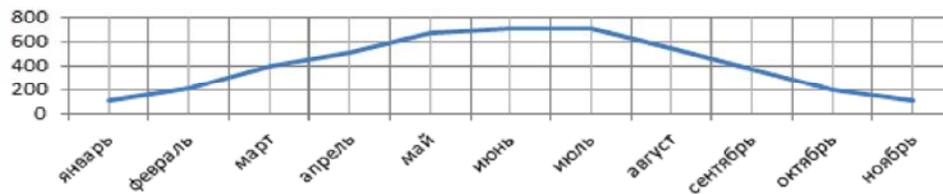
Суммарная радиация на горизонтальную поверхность, МДж/м² Июль

СУММАРНАЯ СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ НА ШИРОТЕ Г.БЛАГОВЕШЕНСКА

МЕСЯЦ	КОЭФФИЦИЕНТ ПОПРАВКИ НА ОБЛАЧНОСТЬ	СУММАРНАЯ СОЛН. РАД. ПРИ БЕЗОбЛАЧНОМ НЕБЕ кВт*ч/м ²	СУММАРНАЯ СОЛН. РАД. С ПОПРАВКОЙ НА ОБЛАЧНОСТЬ кВт*ч/м ²
ЯНВАРЬ	0,609	146,5	89,3
ФЕВРАЛЬ	0,721	161,3	116,2
МАРТ	0,728	192,2	140,0
АПРЕЛЬ	0,746	152,9	114,1
МАЙ	0,787	130,1	102,5
ИЮНЬ	0,804	110,8	89,1
ИЮЛЬ	0,814	118,1	96,1
АВГУСТ	0,748	138,5	103,5
СЕНТЯБРЬ	0,661	159,0	105,1
ОКТАБРЬ	0,525	171,7	90,2
НОЯБРЬ	0,504	158,3	79,9
ДЕКАБРЬ	0,516	140,4	72,5

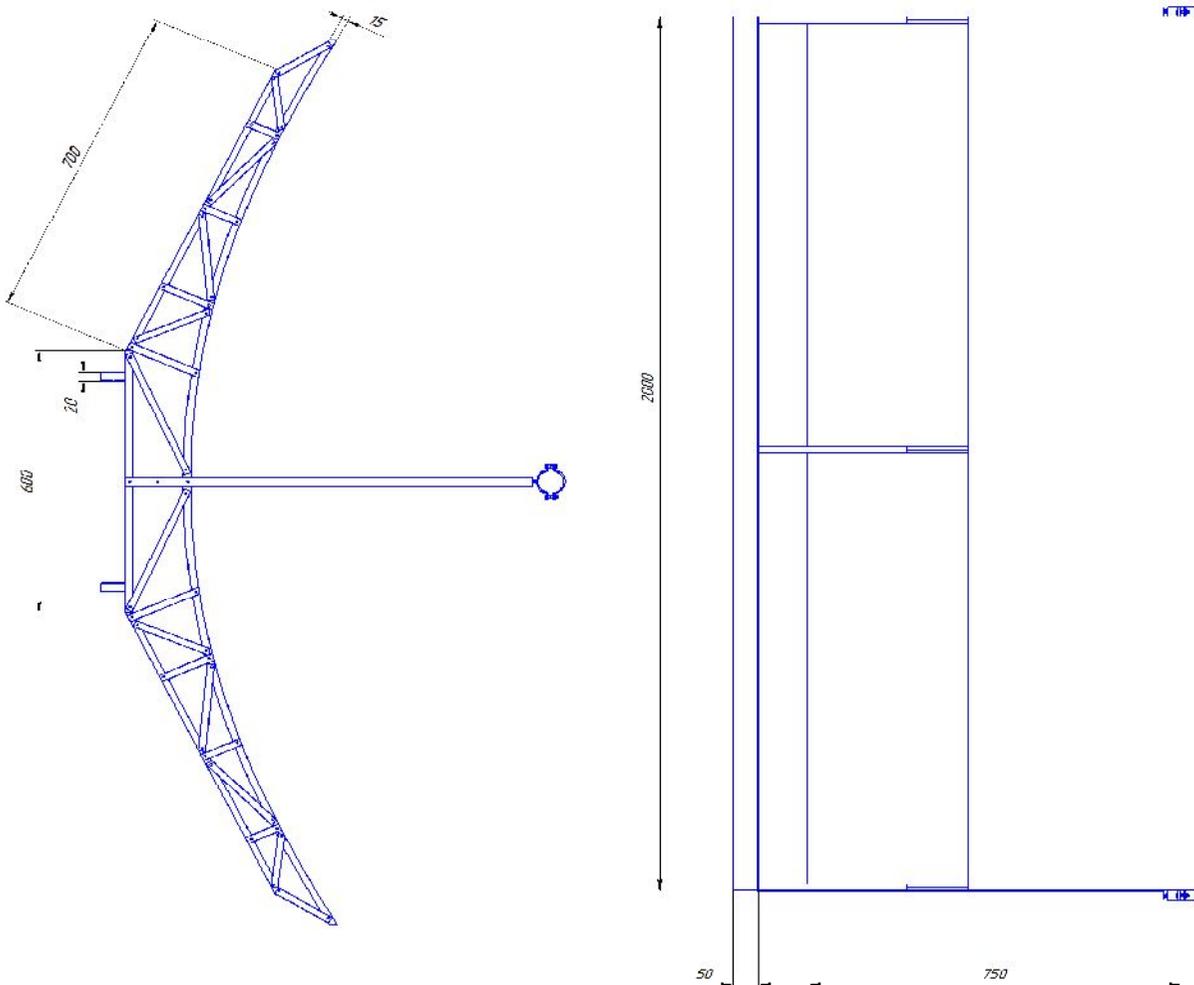
МЕСЯЦ	ЗНАЧЕНИЕ
ЯНВАРЬ	113
ФЕВРАЛЬ	214
МАРТ	348
АПРЕЛЬ	515
МАЙ	647
ИЮНЬ	708
ИЮЛЬ	716
АВГУСТ	544
СЕНТЯБРЬ	373
ОКТАБРЬ	197
НОЯБРЬ	113
ДЕКАБРЬ	80

График распределения солнечной радиации по месяцам, МДж/м²

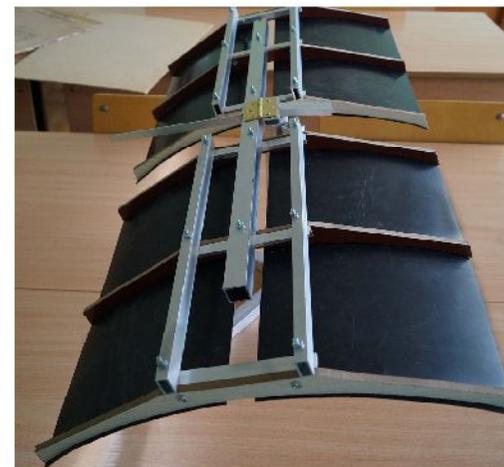


ВКР.121351200301

КОНЦЕНТРИРУЮЩИЙ МОДУЛЬ



Параболическая направляющая концентрирующего модуля

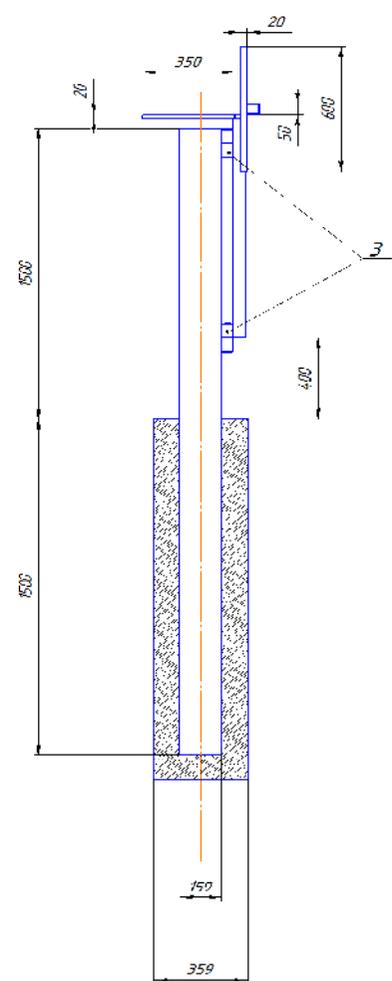
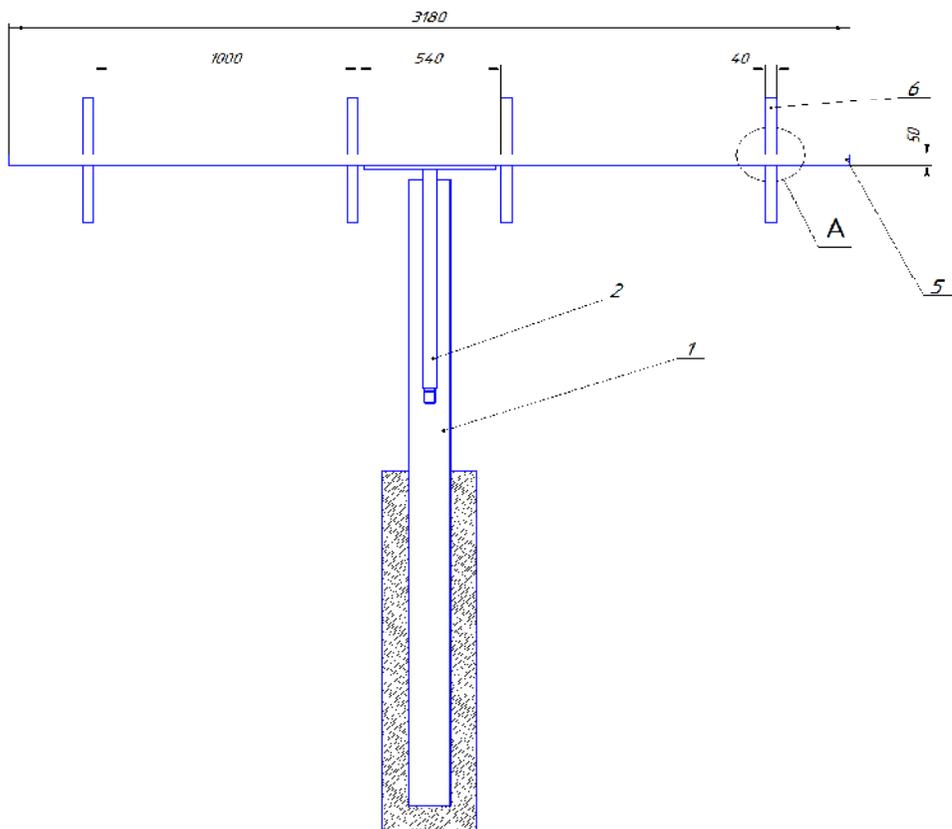


Концентрирующий модуль модели

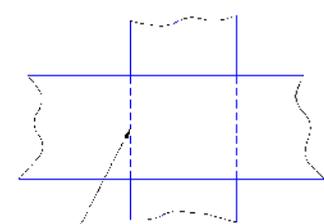
121351200301 ВКР.121351200301 ВКР.121351200301 ВКР.121351200301 ВКР.121351200301

					ВКР.121351200301		
№ п/п	№ докум.	Дата	Исполн.	Содержание изменений	Лист	Из всего	Исполнитель
1	ВКР.121351200301			Разработка конструктивной документации модуля концентратора с параболическим отражателем	11	11	75
2	ВКР.121351200301			Концентрирующий модуль			Андрей Владимирович
3	ВКР.121351200301			Концентрирующий модуль			Фигурин А.И.

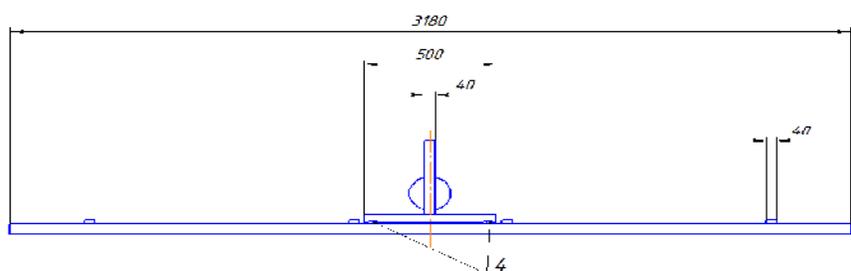
ОПОРНО-ПОВОРОТНОЕ УСТРОЙСТВО



A (1:1)



сварное соединение

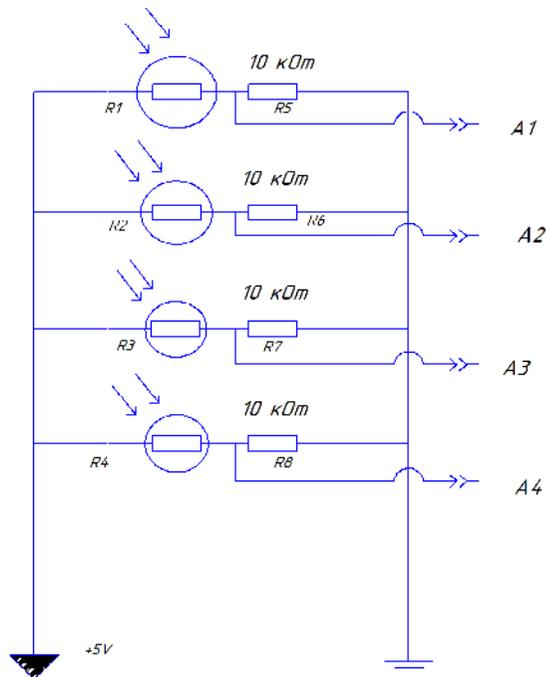


№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
Литники				
1	121351.200301001	Труба стальная 159х5	1	
2	121351.200301002	Труба стальной 50х3	1	
3	121351.200301003	Петля сварная 160х20	2	
4	121351.200301004	Петля сварная 65х10	2	
5	121351.200301005	Труба стальная 50х3х3	1	
6	121351.200301006	Труба стальной 60х20х3	4	

ВКР.121351.20030108

№ п/п	Имя	Фамилия	Подпись	Дата
1	Иванов	И.И.		12.12.18
2	Петров	П.П.		12.12.18

СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ

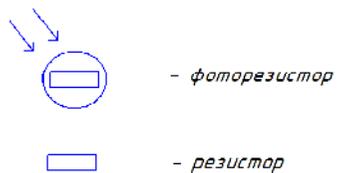


ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА ДАТЧИКА СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ

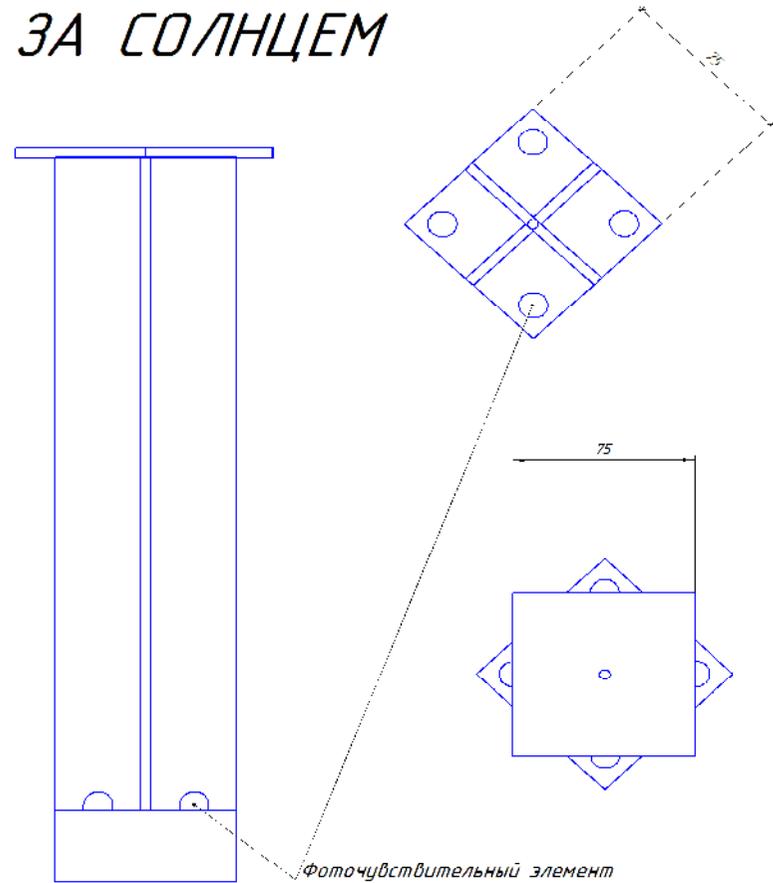
R1,R2,R3,R4 - Фоторезистор LG5518 500 кОм

R5,R6,R7,R8 - Резистор С2-23 0,25 Вт, 10 кОм

A1,A2,A3,A4 - Аналогово-цифровой преобразователь



80С



ГОЛОВКА ДАТЧИКА СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ С РАСПОЛОЖЕННЫМИ НА НЕЙ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ (2:1)

				ВКР.121351.200301			
№ п/п	№ документа	Исполн.	Дата	Наименование	Лист	Из всего	Кол-во листов
1	ВКР.121351.200301	И.И.И.	2023-09-01	Разработка электротехнической документации	1	1	1
2	ВКР.121351.200301	И.И.И.	2023-09-01	Изготовление и монтаж электротехнической документации			
3	ВКР.121351.200301	И.И.И.	2023-09-01	Проверка электротехнической документации			
4	ВКР.121351.200301	И.И.И.	2023-09-01	Сдача электротехнической документации			
5	ВКР.121351.200301	И.И.И.	2023-09-01	Сдача системы слежения за солнцем			
6	ВКР.121351.200301	И.И.И.	2023-09-01	Исполнение			

ВЕТРОВАЯ НАГРУЗКА

Расчет ветровой нагрузки выполнен в соответствии с СП 20,13330,2011 «Нагрузки и воздействия»

Нормативное значение ветровой нагрузки:

$$W_H = W_m + W_p$$

где W_m, W_p - средняя и пульсационная составляющие соответственно.

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки W_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле

$$W_m = W_0 * K(z_e) * C$$

где W_0 - нормативное значение ветрового давления для района, кПа

$W_0 = 0,3$ кПа для Амурской области;

$K(z_e)$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e ,

для $z_e = 2,5$ м $K=0,75$;

C - аэродинамический коэффициент, $C = 1,8$.

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки W_p на высоте z_e

$$W_p = W_m * \zeta(z_e) * v$$

где $\zeta(z_e)$ - коэффициент пульсации давления ветра для эквивалентной высоты z_e

для $z_e = 2,5$ м, $\zeta = 0,85$

v - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра, $v = 0,89$

Ветровая нагрузка на концентрирующие модули общей площадью 8 квадратных метров:

$$W_{конц} = W_H * S_{конц}$$

где $S_{конц}$ - общая площадь концентрирующих модулей

Расчет на ветровую нагрузку в зависимости от скорости ветра

$$W = v^2 * \rho * k$$

где v - скорость ветра, м/с

ρ - плотность воздуха, $кг/м^3$, $\rho = 1,2$

k - коэффициент обтекания, $k = 0,75$

Ветровая нагрузка на концентрирующие модули в зависимости от скорости ветра	
Скорость ветра, м/с	Ветровая нагрузка, кПа
1	0,007
2	0,029
3	0,065
4	0,115
5	0,180
6	0,259
7	0,353
8	0,461
9	0,583
10	0,720
11	0,871
12	1,037
13	1,217
14	1,411
15	1,620

Ветровая нагрузка на концентрирующие модули в зависимости от скорости ветра	
Скорость ветра, м/с	Винтовая нагрузка, кПа
16	1,843
17	2,081
18	2,333
19	2,599
20	2,880
21	3,175
22	3,485
23	3,809
24	4,147
25	4,500
26	4,867
27	5,249
28	5,645

Результаты расчета нормативной ветровой нагрузки	
Средняя составляющая, кПа	0,405
Пульсационная составляющая, кПа	0,306
Нормативная ветровая нагрузка, кПа	0,711
Нагрузка на концентрирующие модули общей площадью 8 м ² , кПа	5,688

ВКР.121351.200301					
№ п/п	№ докум.	Дата	Содержание изменений/исполнения работ	Изм.	Исполн.
1	01		Исходные данные	1	
2	02		Расчет	2	
3	03		Итоговая документация	3	
4	04		Исходные данные	4	
5	05		Расчет	5	
6	06		Итоговая документация	6	
7	07		Исходные данные	7	
8	08		Расчет	8	
9	09		Итоговая документация	9	
10	10		Исходные данные	10	
11	11		Расчет	11	
12	12		Итоговая документация	12	
13	13		Исходные данные	13	
14	14		Расчет	14	
15	15		Итоговая документация	15	

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Выработка энергии установкой за год в сравнении с твердотопливным котлом

Количество тепловой энергии вырабатываемое концентратором по месяцам

Характеристики котла	
Мощность, кВт	13,5
КПД	0,76
Расход топлива, кг/ч	3,2

$$Q_{\text{конц}}^{\text{мес}} = \eta_{\text{конц}} * W_{\sum i}^{\text{рад}} * S_{\text{апер}}^{\text{конц}}$$

где $\eta_{\text{конц}}$ - КПД концентратора;

$W_{\sum i}^{\text{рад}}$ - суммарное значение солнечной радиации i -го месяца

$S_{\text{апер}}^{\text{конц}}$ - апертурная площадь концентратора

Суммарная годовая выработка энергии концентратором

$$Q_{\text{конц}}^{\text{год}} = \sum Q_{\text{конц}}^{\text{мес}}$$

Количество бурого Райчихинского угля для выработки эквивалентного количества энергии

$$Q_{\text{котл}}^{\text{год}} = \eta_{\text{котл}} * n * t * \lambda * 8$$

где $\eta_{\text{котл}}$ - КПД котла;

n - количество дней, $n=30$;

t - количество часов работы, $t=24$;

λ - порпавочный коэффициент,

учитывающий непостоянную работу котла, современные материалы,

снижающие теплопотери, $\lambda=0,3$

8 - количество месяцев работы котла в год.

Количество угля необходимое для выработки такого количества тепловой энергии

$$M_{y1} = \frac{Q_{\text{котл}}^{\text{год}}}{\eta_{\text{котл}} * 1000 * Q_{\text{уд}}}$$

где $Q_{\text{уд}}$ - удельная теплота сгорания угля.

За топливо принимаем бурый уголь Райчихинского месторождения, самый распространённый в Амурской области.

Количество угля потребленное после установки гелиоэнергетической системы

$$M_{y2} = \frac{Q_{\text{конц}}^{\text{год}}}{\eta_{\text{котл}} * 1000 * Q_{\text{уд}}}$$

$$M_y = M_{y1} - M_{y2}$$

Месяц	Выработка тепловой энергии установкой кВтч
Январь	474,56
Февраль	635,01
Март	837,26
Апрель	822,63
Май	885,19
Июнь	852,01
Июль	661,50
Август	647,12
Сентябрь	629,34
Октябрь	560,84
Ноябрь	445,33
Декабрь	389,87

Сравнительные результаты расчетов

Параметр	Котел Buderus Logano s111	Гелиоэнергетическая установка
Выработка тепловой энергии в год, кВтч	23328	7840,67
Эквивалентное количество угля, тонн	7,65	2,57
Количество угля, израсходованного после установки концентратора, тонн		5,08

СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Для определения предотвращенного экологического ущерба вычисляем количество загрязняющих веществ, содержащееся в том количестве угля израсходованного за год, которое необходимо для получения энергии до установки системы и после ее установки, а также содержание загрязняющих веществ после введениа теплоустановки в эксплуатацию.

1) Твердые частицы

$$M_m = A \cdot m \cdot X \cdot \left(1 - \frac{\eta_t}{100}\right),$$

где A – зольность топлива, %, $A=15\%$;

m – количество израсходованного топлива, т/год;

X – безразмерный коэффициент, характеризующий долю летучей золы, зависит от типа топки и топлива;

$$X = 0,0023;$$

η_t – эффективность золоуловителей, %, $\eta_t = 0$.

2) Оксиды углерода

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot m \cdot \left(1 - \frac{q_1}{100}\right) \cdot 10^{-3},$$

где m – количество израсходованного топлива, т/год;

q_1 – потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания, %;

$$q_1 = 8;$$

C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива, кг/т;

$$C_{CO} = q_2 \cdot R \cdot Q^H,$$

где m – количество израсходованного топлива, т/год;

q_2 – потери теплоты в следствии химической неполноты сгорания, %, $q_2 = 2$;

R – коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленный наличием в продуктах сгорания оксида углерода;

$R = 1$ – для твердого топлива;

Q^H – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг, $Q^H = 12,73$ МДж/кг

3) Оксиды азота в пересчете на диоксид азота

$$M_{NO_2} = m \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3},$$

где m – количество израсходованного топлива, т/год;

β – коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов оксидов азота в результате применения технических решений. Для котлов производительностью до 30 т/час $\beta = 0$;

K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество оксидов азота, образующихся на один ГДж тепла, кг/ГДж, $K_{NO_2} = 0,14$ кг/ГДж.

4) Оксиды серы в пересчете на диоксид серы

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot m \cdot S \cdot (1 - \eta'_{SO_2}),$$

где S – содержание серы в топливе, %, $S = 0,2\%$;

m – количество израсходованного топлива, т/год;

η'_{SO_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива;

$$\eta'_{SO_2} = 0,1;$$

5) Диоксид углерода

$$M_{CO_2} = 3,67 \cdot 0,01 \cdot m \cdot C^P \cdot \left(1 - \frac{q_2}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{q_1}{100}\right)$$

где C^P – содержание углерода в рабочей массе топлива, %, $C^P = 73,44$ %.

Содержание загрязняющих веществ в выбросах от сжигание дурого угля Райчихинского месторождения, т/год			Снижение количества выбросов загрязняющих веществ		
Вещество	Выбросы от сжигания угля в котле	Расчетное количество выбросов после установки концентратора	Вещество	Количество, т	Количество, %
Твердые частицы	0,264	0,175	Твердые частицы	0,089	33,7
Монооксид углерода	0,179	0,119	Монооксид углерода	0,060	33,5
Оксиды азота в пересчете на диоксид азота	0,014	0,009	Оксиды азота	0,005	35,7
Оксиды серы в пересчете на диоксид серы	0,030	0,020	Оксиды серы	0,010	33,3
Диоксид углерода	18,601	12,349	Диоксид углерода	6,252	33,6

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Эффективность природоохранных мероприятий от использования концентратора солнечного излучения рассчитывается по формуле:

$$Э_э = \frac{P}{З_м + Э_к}$$

где P – результат от природоохранных мероприятий, т.е. величина предотвращенного эколого-экономического ущерба $P = \Delta Y$;

$З_м$ – текущие затраты, $З_м = 0$;

$Э_к$ – капитальные затраты, в данном случае стоимость гелиоэнергетической установки;

E – нормативный коэффициент капитальных вложений, $E=0,12$.

Расчет предотвращенного эколого-экономического ущерба производится в соответствии с «Временной методикой определения предотвращенного экологического ущерба (1999 г.)».

$$\Delta Y = y \cdot \delta \cdot f \cdot I_{\theta} \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot (m_{i\theta} - m_{in})$$

где y – денежная оценка единицы выбросов, руб./цслт, $y=1,1$ руб./цслт;

δ – коэффициент, учитывающий особенности региона, $\delta=34,2$;

f – поправка, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере, $f=1$;

I_{θ} – индекс дефлектор, $I_{\theta}=5,72$

$m_{i\theta}, m_{in}$ – объем выброса i -го загрязняющего вещества в натуральном измерении соответственно до и после проведения природоохранных мероприятий тонн.

Предотвращенный эколого-экономический ущерб				
Загрязняющее вещество	A_i	$m_{i\theta}$	m_{in}	$A_i(m_{i\theta} - m_{in})$
Твердые частицы	2,7	0,264	0,175	0,239
Моноксид углерода	0,4	0,179	0,119	0,024
Оксиды азота в пересчете на диоксид азота	16,5	0,014	0,009	0,076
Оксиды серы в пересчете на диоксид серы	0,4	0,030	0,020	0,004
Диоксид углерода	0,4	18,601	12,349	2,501
Итого: 2,844				

$$\Delta Y = 11 \cdot 34 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 5,72 \cdot (2 \cdot 7 \cdot 0,089) + (0,4 \cdot 0,06) + (16 \cdot 5 \cdot 0,005) + (0,4 \cdot 0,1) = 612,04 \text{ руб}$$

Капитальные затраты на стоимость гелиоэнергетической установки

Перечень и стоимость материалов, необходимых для постройки установки		
Наименование изделия	Цена, руб.	Поставщик
Труба стальная 159x5x3000 мм	2570	ООО «Восход»
Труба стальная 50x3x1000 мм	210	ООО «Восход»
Петли гаражные 140x40 мм, 2 шт.	618	ООО «Восход»
Труба стальная квадратного сечения 50x50x3, длиной 3180 мм	260	ООО «Восход»
Лист стали оцинкованной 1000x2000x0,5 мм, 4 шт.	1704	Амурская строительная армарка
Хомут сантехнический, 4 шт.	200	Амурснаббыт
Табр алюминиевый 15x15x1,5, общей длиной 24000 мм.	1200	Амурснаббыт
Уголок алюминиевый 15x15x1,5, общей длиной 6000 мм	180	Амурская строительная армарка
Алюминиевый бокс 50x20x1,5, общей длиной 8000мм	1260	Амурский быт
Полки шпунтованные 2х2, длиной 4000 мм	80	Амурский строительный магазин
Микроконтроллер Arduino UNO R3	250	www.aliexpress.com
Паяльная трубка Heat Pipe	4800	Orton Impex www.ortonimpex.com
Аккумуляторы SuperPowerJack HARL 3624	5600	Спектр ТВ www.spektir-fv.ru
Зеркальная пленка ORACAL 641	1400	REMEX www.remexural.ru
Итого: 20432 рубля		

Экономическая эффективность природоохранных мероприятий	
Параметр	Значение
Предотвращенный эколого-экономический ущерб	612,04
Капитальные затраты на стоимость установки	20432
Эффективность мероприятий	0,03

ВКР.12.1351.200.301.08					
№ п/п	№ докум.	Дата	Внес.	Подпись	Подпись
1	12.1351.200.301.08	12.12.2018	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					