



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

**Инженерно-гидрометеорологические
изыскания при прокладке
межпоселкового газопровода на
Северо-Западе Российской
Федерации**

На тему

Исполнитель

Миньков Владислав Максимович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

кандидат физ.-мат. наук
(ученая степень, ученое звание)

Саноцкая Надежда Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

15.06 2020 г.

Санкт-Петербург
2020

.....	2
.....	4
.....	4
2. -	6
2.1	6
2.2	8
2.3	12
2.4	13
2.5	16
2.6	18
2.7	21
2.8	22
3.	25
3.1	29
3.2	
()	31
3.3	32
3.4 ()	34
4. -	36
4.1	37
.....	43
-	45
-	-
.....	47
-	-
.....	48
Cs/Cv=3.00	48

1 2019
68,6%, 71,3% 59,4%.
10 2018
68%.
(, ,
)

· ,
· ,
· ,
· ,
· ,
()

- ·
47.13330.2012,
47.13330.2016 «
», 131.13330.2018 «
», 11-103-97
« - », 33 -
101-2003 « »

-
- - ,
- - ,
- -

(,),

-

,

-

(1%,5%,10%).

33-101-2003.

-

.

1

3-5²,

1855 .

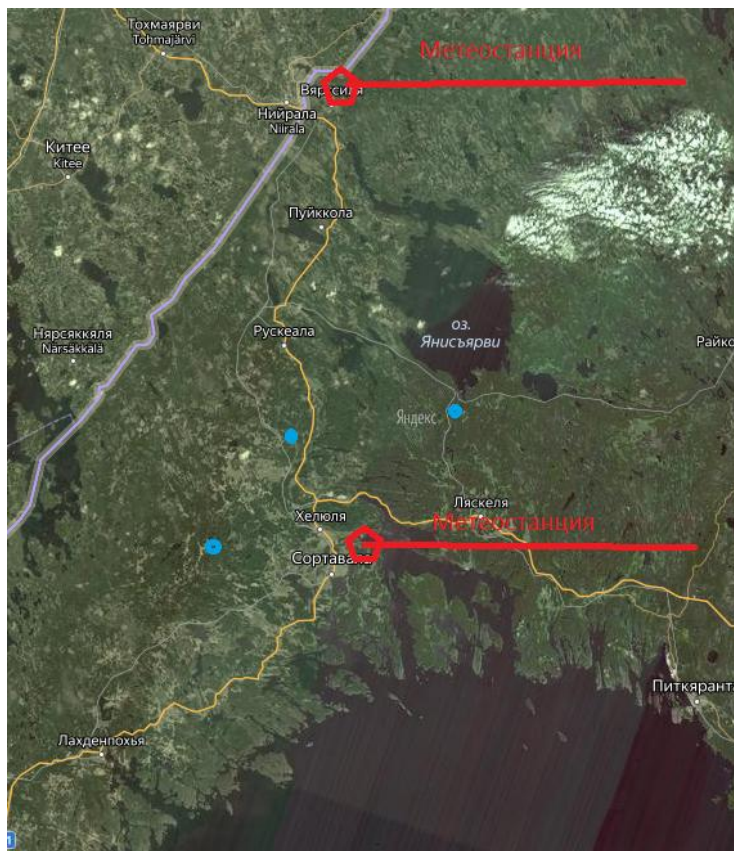
1.1

							"0"	
					²			
	72087	57.0	17.0	690	14.10.1940	10.10. 1987	19.28	
	72088	56.0	22.0	664	11.08.1958	02.04. 1973	18.69	
	72090	102.0	24.0	3650	28.10.1940		61.71	

1.2

				()
1	.	61°43"12'	30°43"12'	17
2	...	62°12"00'	30°42"00'	101

1.1



 Гидрологические посты

1.1

2.

-

2.1

-

, 62° .



2.1

131.13330.2018,

II

-

, « »,

III

.

-

.

,

,

,

,

-

,

,

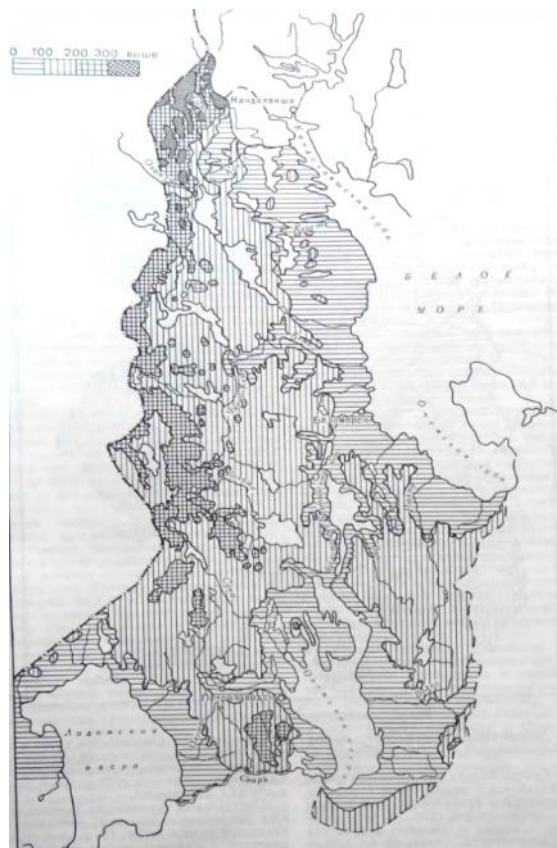
.

,

,

.

2.2



2.2

200
 300 -
 340
 180-300
 100 200
 3
 200
 100
 50 -
 100
 9



2.3

: 1 - , 2 - , 3 -
 , 4 - , 5 - , 6 -
 , 7 - , 8 -
 , - . 9 -
 . 10 - - .

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

»

III . -97

(5%) (1%) 5

MSK-64 .

2.4

0.56 / ².

, .
 , .
 , .
 2,5 - 3,5 , -
 1,5 - 2,0 .
 , - , - ,
 . - 1,0 - 1,5 , ,
 - 1,5 - 2,0 . -
 - . -
 60 120 . 0,5
 - 1,0 . -
 . ,
 50 -
 60 . 130 - 160 .
 -
 - 20 .
 700
 710 ². —
 .
 - .
 (, ,
).
 ,
 - .
 , ,
 . ,
 , -
 , .

, , :
 :
 - ,
 .
 (17700 .)
 5000 ; -
 . 50 - 100 , . 202 .
 - , - .
 ,
 . ,
 , 50 ,
 - .
 , .
 20 60 . , ,
 .
 ,
 - - , -
 . ,
 . 50 -60
 (- 1).
 (-), 0,5 - 1,5 .
 ; 3,5 . (.
 5-6 .)
 3,5 % .
 , .
 () . 0,8 - 2 .
 (-). ,
 .

2.5

:
 (5-10). ,
 , 20
 , 30
 , - .
 -
 .
 ,
 -
 , ()
 ,
 , :
 ,
 .
 , 40%
 60% .
 10-15 .
 :
 ,

50 70 , 100 .

1-3 ,

2,5 ,

30-60 / ,

13-18 .

2 -

5% 15%

2 10%.

(5%).

1

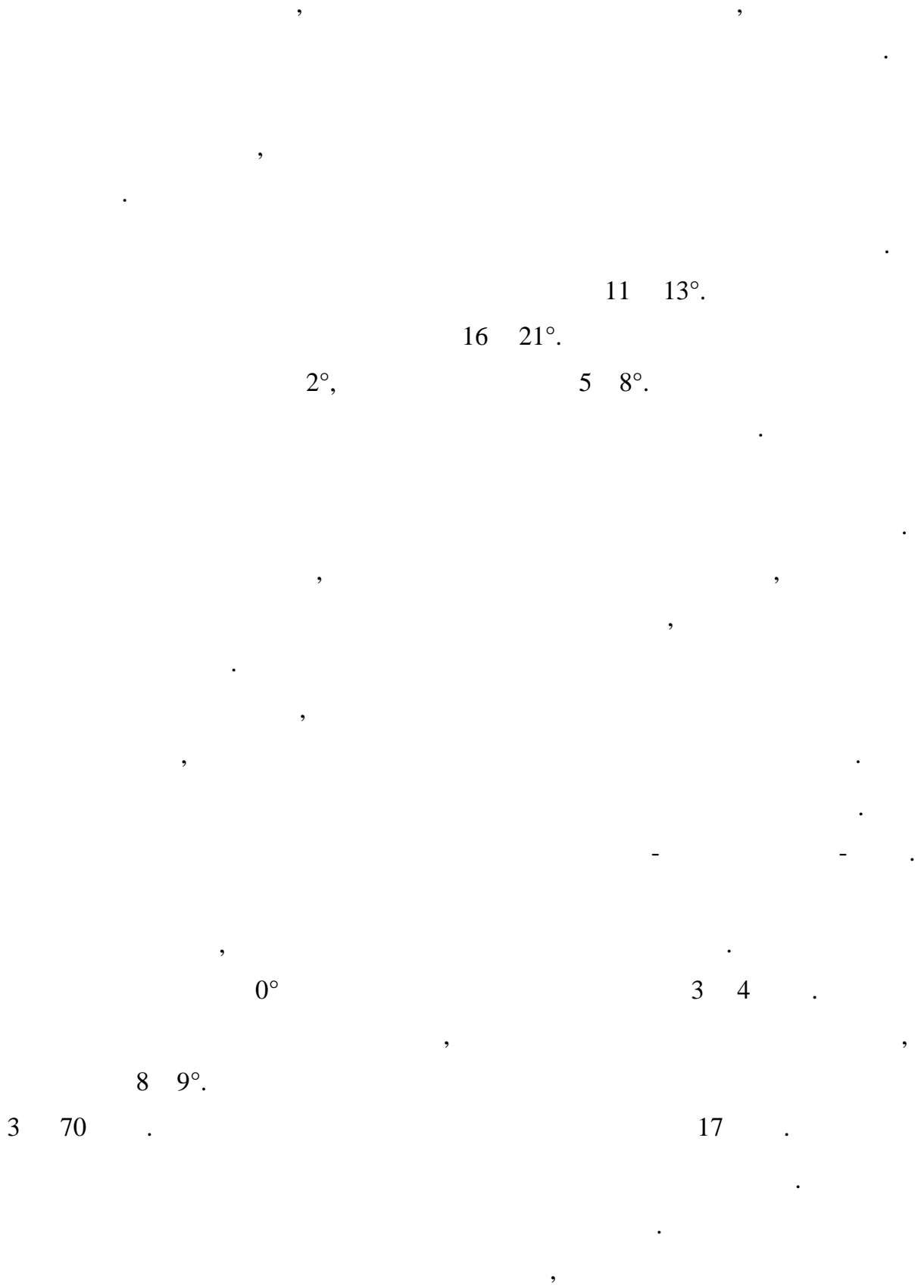
130 -150

(0,5 2).

50 -140

30-100

2.6



40 75 .

40 .

-

-

20 ,

33° 38 .

8 11 .

,

.

,

3-8 ,

30-33 .

,

,

,

(),

.

,

2.7

2 4.5

,

- 12 - 13

,

1

.

- 40

1-2

10

. 1

80

- 100

-50°.

- 50°, -52°.

,

14-15°

16-

17°

.

-

31 36°,

28-31°.

195 190

.

.

,

.

,

10°,

3

3.5

.

(

),

,

.

5°

125 135

115

125

.

10°

70 80

50

60

.

15°

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
КАРЕЛИЯ													
Лоухи	-12,0	-12,2	-8,6	-1,9	4,4	10,8	14,4	12,3	7,0	0,6	-5,0	-8,9	0,1
Калевала	-12,0	-12,1	-8,2	-1,3	5,3	11,6	15,0	12,8	7,4	1,2	-4,5	-9,0	0,5
Кемь, порт	-10,6	-11,0	-7,3	-1,1	4,1	9,9	13,5	12,7	8,1	2,0	-3,2	-7,5	0,8
Ребола	-11,6	-11,8	-7,7	-0,5	6,2	12,6	16,0	13,7	7,9	1,7	-3,9	-8,8	1,2
Сегежа	-11,3	-11,5	-7,5	0,0	6,3	12,5	15,8	14,0	8,4	1,9	-3,4	-8,3	1,4
Шунга	-11,0	-11,0	-6,9	0,7	7,2	13,3	16,7	14,7	9,4	3,1	-2,2	-7,6	2,2
Петрозаводск, Сулаж-Гора	-10,6	-10,2	-5,6	1,5	7,3	13,1	15,9	14,1	8,9	2,6	-2,6	-7,8	2,2
Пудож	-11,3	-11,0	-6,5	1,5	8,2	13,8	16,8	14,4	8,8	2,5	-3,2	-8,5	2,2
Сортавала	-9,1	-9,6	-5,8	1,3	8,0	13,5	16,9	15,0	9,5	3,7	-1,4	-6,3	3,0
Прижа	-10,7	-10,4	-6,0	1,1	7,7	13,1	16,1	14,1	8,8	2,5	-3,0	-8,0	2,1
Олонци	-10,1	-10,2	-6,6	1,1	8,3	13,4	16,5	14,4	9,1	3,2	-2,2	-7,2	2,5

2.4

(°)

Станция	Весна					Осень					
	-5	0	5	10	15	15	10	5	0	-5	
КАРЕЛИЯ											
Лоухи	1/IV	23/IV	20/V	11/VI	6/VI	10/VII	31/VII	28/VIII	26/IX	19/X	15/XI
Калевала	30/III	21/IV	14/V	6/VI	10/VII	31/VII	1/IX	26/IX	22/X	17/XI	
Кемь, порт	27/III	21/IV	19/V	15/VI	10/VII	31/VII	5/IX	1/X	25/X	27/XI	
Ребола	28/III	17/IV	10/V	2/VI	30/VI	8/VIII	4/IX	29/IX	25/X	21/XI	
Сегежа	26/III	15/IV	10/V	2/VI	2/VII	8/VIII	7/IX	30/IX	25/X	23/XI	
Шунга	23/III	12/IV	4/V	30/V	24/VI	14/VIII	12/IX	6/X	2/XI	1/XII	
Петрозаводск, Сулаж-Гора	19/III	8/IV	3/V	28/V	28/VI	10/VIII	11/IX	2/X	1/XI	27/XI	
Пудож	22/III	9/IV	28/IV	25/V	23/VI	12/VIII	9/IX	3/X	28/X	24/XI	
Сортавала	20/III	19/IV	1/V	26/V	25/VI	15/VIII	13/IX	8/X	7/XI	5/XII	
Прижа	20/III	10/IV	2/V	27/V	27/VI	11/VIII	9/IX	2/X	29/X	26/XI	
Олонци	24/III	11/IV	1/V	23/V	27/VI	12/VIII	11/IX	4/X	4/XI	28/XI	

2.5

5, 0, 5, 10, 15°

550 – 750

750

(550 – 570)

(700 750)

2.8

(PR)

0,01 - 0,60 / ,

0,1 - 0,5 / .

0,02 - 0,3 / .

0,02 -

0,15 / ,

0,2 - 0,6 / ,

(Q)

20 .

()

, , .
3 - 6
20 - 30 , - .

, .
0,5 / 2,5

/ .
/

0,1 / , . ,

, .
- .
0,5 / .

3.

47.13330.2016 (. 11 -02-96), 47.13330.2012
 131.13330.2018 (. 23 -01-99*). 11-103-97,

33-101-2003.

1) F, ²;

2) L, ;

3) ,
 ,

$$\lg \bar{I} = \sum_{i=1}^n [(l_i / L) \lg I_i],$$

I_i -
 , / ;

l_i -
 , ;

L -

4) () f , %
 ()
);

5) f , %
 ;

6) f , %, ,
 ,
 ;

7) f , %
 ;

8) ,
 ;
 : , , ,
 ;

9) (,
);
 200²
 :

10) I , / ;
 :

$$I = \left(h \sum_{i=1}^n l_i \right) / F,$$

h - , ;
 $\sum_{i=1}^n l_i$ - , ;

11) () ρ_0 , /²;
 , , ,
 :

h	t*	v	t		F*	v1	v2	F	
.	-0.10	43	1.68	.	1.55	22	21	2.09	.
.	0,80	35	1.68	.	1.87	17	16	2.38	.

2 3, :

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg k_i}{n-1}, \quad \lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \lg k_i}{n-1}$$

k_i –

- - ()
).

33-101-2003

20%.

3.2

3.2 –

/	-			Cv	Cv		Cs/Cv
-	Q	27.4	8	0.4	16	10.5	3
	h	194	4	0.3	12	57.8	3
.	Q	41.5	5	0.31	11	12.7	3
	h	133	5	0.27	11	35.4	3
	:	164		0.3			3

1.25, 100 m^2 - 1.2. 50 m^2 ,
 $0-50 \text{ m}^2$ Cv=0.38,
 100 m^2 - Cv=0.36. Cs/Cv = 3.

3.1

%

(Q_p, ^{3/})

33 -101-2003

:

$$Q_{P\%} = \frac{K_0 h_{P\%} \mu \delta \delta_1 \delta_2 A}{(A + A_1)^n},$$

K –

h % –

(

), , %;
Cv Cs/Cv ,
h , -

.
-
, .

- ,
.

(, , ,):
, , , ,

$\mu -$, ;
- , ,

. , ,
5% 10%;

1 - , ;
2 - , ;

A - , 2;
A₁ - ,

, 2;
n₁ - .

,
,

3.3 – K_0 – (n = 0,17;
 $A_1 = 1; \alpha_1 = 1; n_2 = 0,22, = 0,7)$

	2	%	%	%					$\mu_{1\%}$	h1	Q1	K_0
									1	%	%	
	690	5	6	88	0.50	0.86	0.37	0.16	1	263	64.6	0.0068
	270	4	4	92	0.56	0.90	0.37	0.18	1	369	61.9	0.0088
												0.0078

163-83

3.2

()

()

163-83

:

$$H_{\min} = H_{\min} - H - \Delta - \delta ,$$

: min – ;

– , $H = 0,25 \cdot h_{5\%}$ $h_{5\%} < 1$; $H = 0,15 \cdot h_{5\%}$

$h > 1_{5\%}$;

– , ,

() ,

:

$$= 0,1 k (h_{5\%} - h)$$

k – ,

$$, k = 1,3;$$

$h_{5\%}$ –

5%, ;

h –

, ;

–

$$, = 0,1 .$$

3.3

%

200

2;

$$Q_{P\%} = q'_{1\%} \varphi H_{1\%} \delta \lambda_{P\%} A ,$$

$q'_{1\%}$ –

$$= 1\% ,$$

:

$$q'_{1\%} = q_{1\%} / H'_{1\%};$$

τ ,

,

;

–

,

–

:

$$\varphi = \frac{2}{(+ 1)^{n_3}} \varphi_0 \left(\frac{I}{50} \right)^{n_2};$$

C_2 –

,

1.2;

n_2 - , ;

φ_0 - ,
10², I , 50 ‰;

n_2 ;

n_3 - ;

;

$H_{1\%}$ -
=1%, ;

;

- , ,

% -

=1%

<25%;

A -

,².
 $Q = f(H)$

$Q_{P\%}$.

$$Q = \frac{\omega}{n} h^{2/3} I^{1/2}$$

ω - , H ,
2;

n - , / 0,33;

h - , ;

I -

$$\omega = f(H) \quad h = f(H)$$

1% -

.12 [7].

I

3.4

()

().

()

(-).

3.5

(^{3/})

. Cs/Cv

q, / ²

3.4

$q, / * ^2$	$F, ^2$	$Q, ^3/$
9,80	161	1,58

3.5

($C_s/C_v=3.00$, $C_v=0.30$, $Q =1.58$)

, %											
P%	0,1	1	5	10	25	50	75	90	95	99	99,9
Q,P%	2,35	1,9	1,55	1,4	1,17	0,959	0,786	0,656	0,588	0,484	0,381
$Q, ^3/$	3,71	3,00	2,45	2,21	1,85	1,51	1,24	1,04	0,930	0,760	0,600

4. -

, , .
, 50-60 , 10-15 .
, , , .



4.1 - . ,

0,35 / . 3-4 . 0,2 -0,3 ,

4.1

4.1 4.2.

4.1 – (3/)

		2 ,	%		
			1	5	10
	31.9	161	28.8	22.5	19.5

4.2 –

F, ²	L,	I _p ‰	m	m _p		1%	
161	31,9	1,56	11	0,333	0,013	95,0	22

4.3 –

q' 1%

	,		q'1%
1	30	22	0,083

4.4 –

(³/)

/		,	%		
		²	1	5	10
1		161	16.1	10.9	8.36

4.5 –

-

- h =164 , Cv=0.30, Cs/Cv=3.00

p%	0,01	0,1	1	5	10	20	30	50	70	80	90	95	99	99,9
h,p %	2,83	2,35	1,93	1,57	1,40	1,23	1,12	0,96	0,82	0,74	0,65	0,58	0,48	0,38
h	464	385	316	257	230	202	184	157	135	123	108	96,0	79,0	62,0

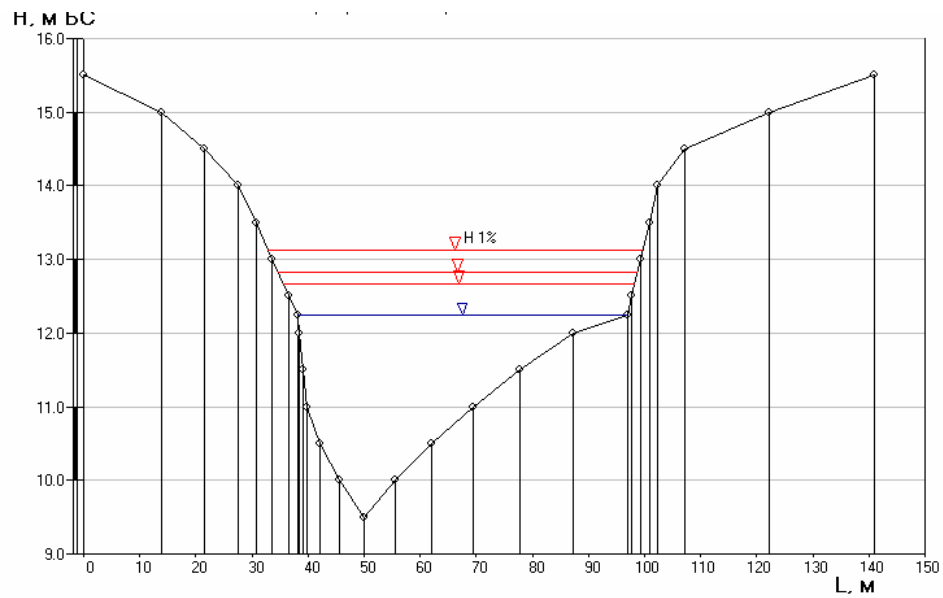
-

.

4.6

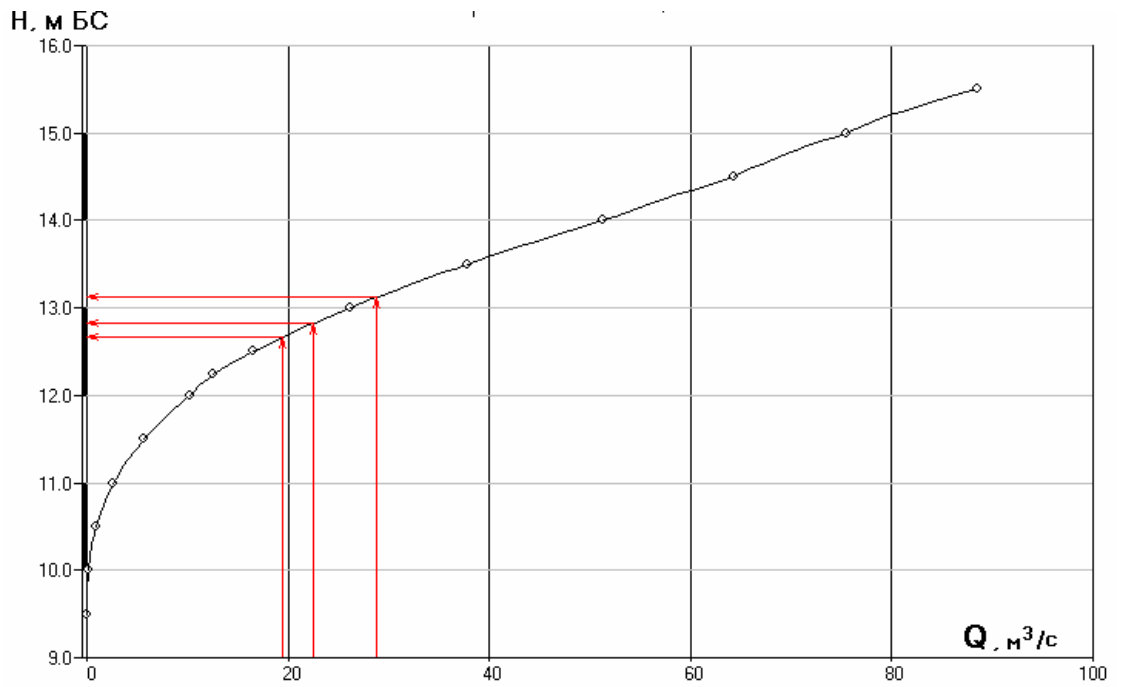
4.6 –

			%		
		2	1	5	10
	31.9	161	13.2	12.8	12.7



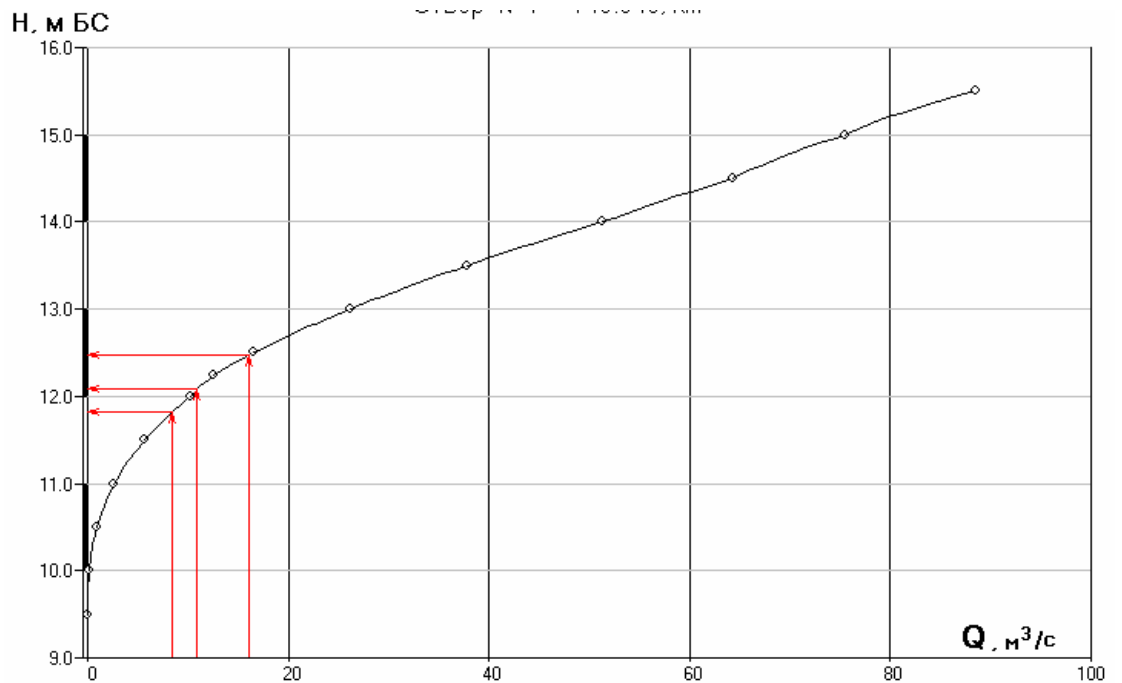
4.2 –

$H_{1\%p}, H_{5\%p}, H_{10\%p}$



4.3 –

$Q_{1\%p}, Q_{5\%p}, Q_{10\%p}$



4.4 –

$Q_{1\%p}, Q_{5\%p}, Q_{10\%p}$

4.7 –

			%		
			1	5	10
	31.9	161	13,6	13,0	12,7

4.8

4.8 –

		h _{5%}				K	
	9.5	3.32	0.50	0.01	0.1	1.3	8.89

.9.5 11-103-97

4.9.

4.9 –

/		
1		II

k () (q) -
 . -

4.10.

4.10 – k -

-	F, 2	Q .	Q .	k	q .
- -	270	3.81	2.63	0.69	14.1

6

$$2 = 5 \%$$

$(Q_P, ^3/)$

% $(Q_{1\%p}, Q_{5\%p}, Q_{10\%p})$.

0,
0.0078.

(3/)

Profiles2010

H_{1%p},H_{5%p},H_{10%p}.

163-83

()

163-83.

II.

1% =13.2

1932-1958 ., 457±9 .

1899-1905 .; 7

4,78

[16].

1. 47.13330.2016 « .
»,
2. 11-103-97 « -
3. 131.13330.2018 « »
23-01-99*
4. 20.13330.2016 « »
2.01.07-85*
5. 33-101-2003 «
»
6. , 7- (-7).
, 2010
7. -91. 2.05.03-84 « »
8. .
1 . 5. .,
, 1985.
9. - « ».
- . 2018. <http://aisori.meteo.ru/ClspR/>.
10. - , . 3
. 1-6. 3. ., , 1990.
11. , .2. - .
1, 2. .; , 1965.
12. , .2. - .
3. . .; , 1972.

13.

(), :

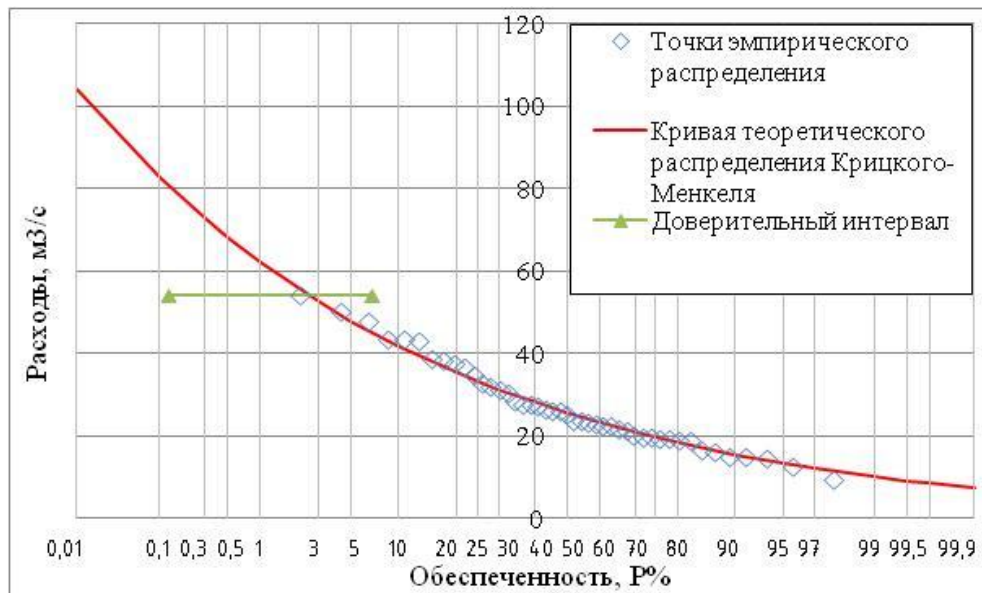
<https://gmvo.skniivh.ru/>

14. 2-2.1-249-2008

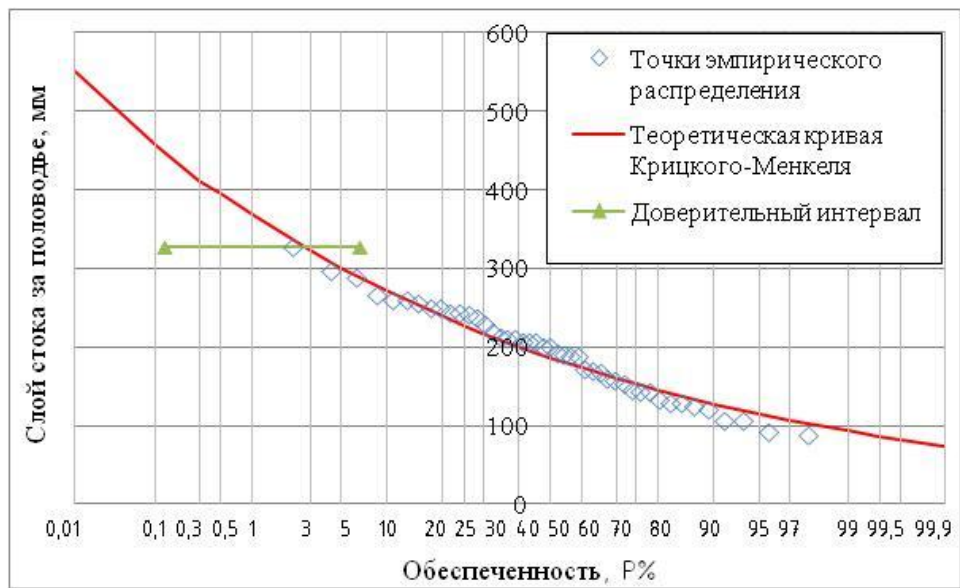
15. . -

∴ , 2005

16. « » . , 1968. : . .



1 -



2 -

$h = 164$, $C_v = 0.30$,

$C_s/C_v = 3.00$

