



**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)**

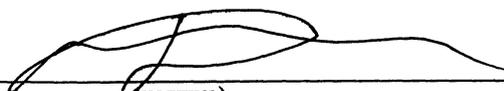
**На тему** Твердый сток р.Невы

**Исполнитель** Кузнецов Григорий Сергеевич  
(фамилия, имя, отчество)

**Руководитель** К.Г.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич  
(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»**  
**Заведующий кафедрой**

  
(подпись)

К.Г.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич  
(фамилия, имя, отчество)

15 июня 2020г.

Санкт-Петербург  
2020

.....3

.....5

1.

-

,

-

,

-

.

2.

.













**1.**

.



«

» (

)















( )

·  
- -  
·  
, ,  
· ( )  
,  
·













,

.

,

,

.

$$R = f(Q).$$

: 10-15

: 1)

2)

; 3)

4)

R = f

(Q)

( 20 40 ),

R=f(Q)

Q,

:

—

G.

2.

-

.

.

-

,

.

-

.

,

:

8—11 ,

24 ,

4,0—4,5;

400-600 ,

1000-

1250 ; 4,27

-

,

,

281 .

<sup>2</sup>

74 .

5,18

<sup>2</sup>,

2%

.

-

-

,

6—7

,

.

-

,

-

,

1439 <sup>2</sup>,

718 <sup>2</sup>,

: - ,  
 , , .  
 : .  
 .  
 85,3 . 2, 53,3 . 2  
 ( ) ( )  
 ).  
 . -  
 .  
 50 10 .  
 « » .  
 , - .  
 ,  
 .  
 , .  
 : ( 160 ),  
 ( 200 300 ), ( 280  
 ), - : ,  
 ( 100 300 ) . -  
 - ,  
 .  
 —

50 110 .

34

14 .

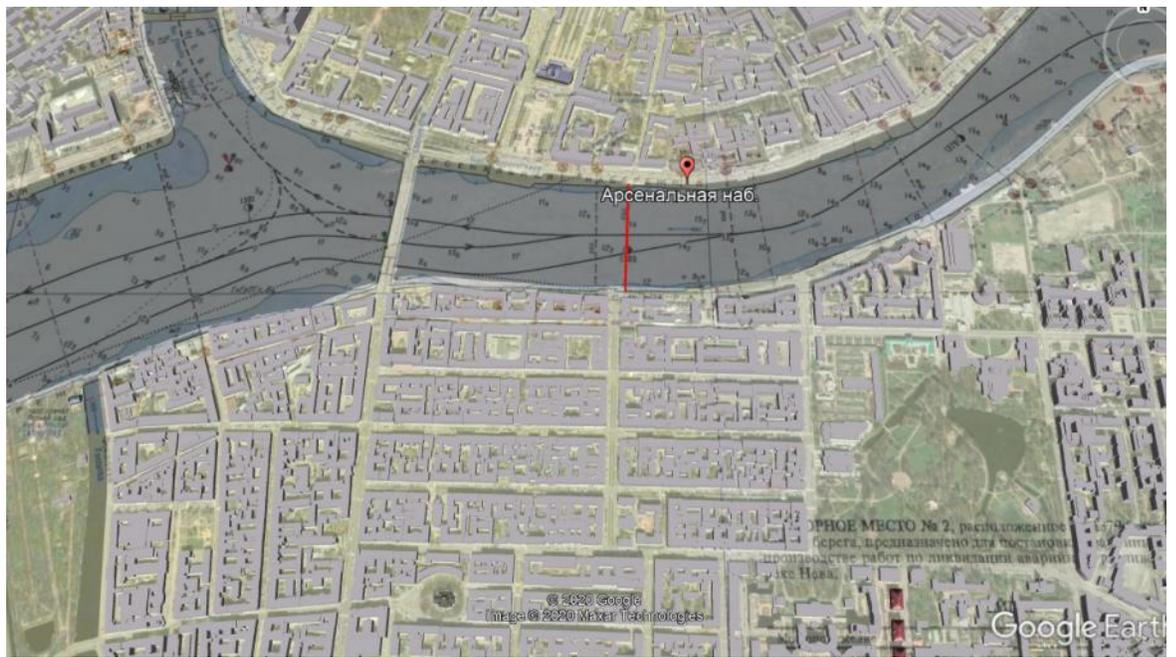
90%





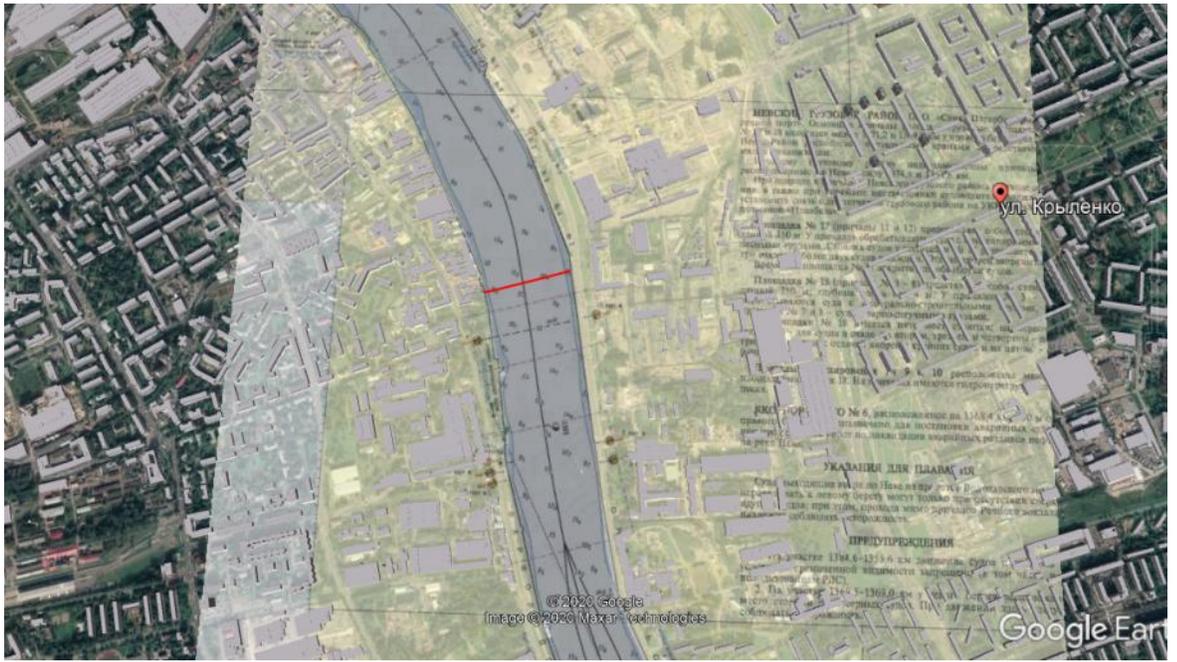
3.

GoogleEarthPro.



3.1. 1

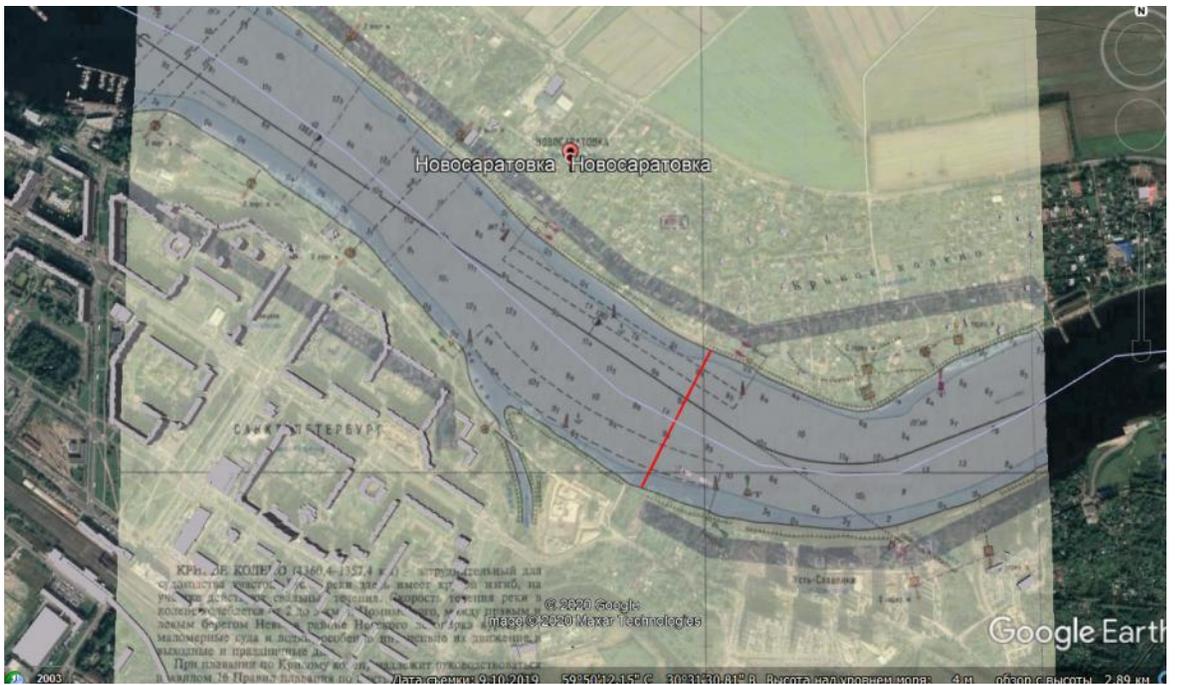
GoogleEarthPro.



3.2.

2

GoogleEarthPro.



3.3.

3

GoogleEarthPro.

MicrosoftOfficeExcel 2007

3.1.

1

$\tau$	$h$	$F, \text{ }^2$
0	0	0
20	-2,5	25
40	-4,7	116
60	-6	133
80	-8	180
100	-9,5	205
120	-10	205
140	-11,4	242
160	-11,7	237
180	-12	240
200	-12,2	244
220	-12,2	244
240	-12,1	242
260	-12,1	242
280	-12	240
300	-6	60
308	0	60

3.2.

2

$\tau$	$h$	$F, \text{ }^2$
0	0	0
20	-4	40
40	-6,3	149
60	-7,6	165
80	-8,8	188
100	-10,2	218
120	-10,7	219
140	-11	223
160	-11,3	229
180	-11,7	238
200	-11,9	238
220	-12,1	242
240	-11,1	222
260	-9,6	192
280	-8,3	166
300	-4	83
315,4	0	40

	$h,$	$F, ^2$
0	0	
20	-4	40
40	-6,2	132
60	-8,9	151
80	-9	180
100	-9,1	182
120	-9,5	190
140	-9,6	192
160	-9,6	192
180	-10	200
200	-10,3	206
220	-10,2	204
240	-9,7	194
260	-9,6	192
280	-9,3	186
300	-8,7	174
320	-8,2	164
340	-7,5	150
360	-6,4	128
380	-4	80
400	-3,3	87
420	-1,7	82
426,1	0	5,185

. . . ( . . . )  
:

$$V = nh^{2/3}; \quad (3.1)$$

$$n = V / h^{2/3}; \quad (3.2)$$

$$V = Q / ; \quad (3.3)$$

$$h = / . \quad (3.4)$$

$n -$  ;  $h -$  ;  $V -$   
;  $Q -$  ;  $2500^{3/}$  ;  $-$   
;  $-$  .

$$V_H = \lg \frac{8.8 * h_i}{k_5} \sqrt{\frac{2g * (p_1 - p_2) * k}{3.5p}} \quad (3.5)$$

$$\frac{V^I}{V_H} = 2.5 \left( \frac{k_5}{H} \right)^{1/12} \quad (3.6)$$

$$\frac{V^{II}}{V_H} = \frac{0.75V^{III} + 0.25V^I}{V_H} \quad (3.7)$$

$$\frac{V^{III}}{V_H} = 2.5 \left( \frac{H}{k_5} \right)^{1/12} \quad (3.8)$$

$(9,81 / k_5^2); 1 -$   $95 \%$ ;  $g -$   $2650 / 3; -$  ;  
 $V -$  ; VI, VII VIII - ,

### 3.4.

1

	0,05-	0,1 -	0,2 -	0,4 -	0,5 -	0,8 -	1,1 -	1,5 -	2 -	
0,5	0,10	0,20	0,40	0,50	0,80	1,10	1,50	2,00	5,00	
0	1	7	3	0	0	0	0	0	88	

0	1	44	48	1	2	0	1	1	2
0	0	5	92	2	1	0	0	0	0
0	0	1	97	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	7	19	72
0	0	0	1	0	1	1	4	9	84

3.5.  
2

	0,05- 0,10	0,1 - 0,20	0,2 - 0,40	0,4 - 0,50	0,5 - 0,80	0,8 - 1,10	1,1 - 1,50	1,5 - 2,00	2 - 5,00
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	3	4	9
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	3	45	16	13	3	5	6	0

3.6.  
3

5	0,10	0,20	0,40	0,50	0,80	1,10	1,50	2,00	5,00
0	3	10	26	13	33	3	8	3	1
0	1	4	47	14	15	1	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	10	19	7	21	3	10	9	19
5	42	43	6	1	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

K

3.4, 3.5, 3.6

3.10.

K

95%.

3.7.

1.

5		V	V1	V2	V3
0,00045	0,00023	0,217	0,26	0,91	1,12
0,0005	0,00003	0,085	0,10	0,38	0,47
0,0004	0,00003	0,089	0,10	0,41	0,52
0,00042	0,00003	0,090	0,10	0,42	0,53
0,0046	0,00022	0,197	0,26	0,78	0,95
0,0047	0,00023	0,187	0,26	0,70	0,85

3.8.

2.

5		V	V1	V2	V3
0,0195	0,00063	0,247	0,40	0,82	0,96
0,0048	0,00024	0,199	0,27	0,77	0,94
0,0195	0,00063	0,283	0,42	1,00	1,20
0,0195	0,00063	0,282	0,42	1,00	1,19
0,0023	0,00085	0,380	0,50	1,48	1,81

3.9.

3.

5		V	V1	V2	V3
0,0015	0,0007	0,356	0,46	1,41	1,73
0,0023	0,00019	0,191	0,24	0,77	0,95
0,0195	0,00063	0,278	0,41	0,98	1,17
0,0038	0,00013	0,151	0,20	0,59	0,73
0,0004	0,00001	0,051	0,06	0,23	0,29
0,0195	0,00063	0,269	0,41	0,93	1,11
0,0195	0,00063	0,241	0,39	0,79	0,92

### 3.10.

Р 52.24.627—2007

#### Приложение Г (справочное)

##### Сведения о гидравлической крупности частиц

Таблица Г.1 - Значения гидравлической крупности частиц при температуре воды 15 °С

Диаметр частицы η, мм	Гидравлическая крупность ω, м/с	Диаметр частицы η, мм	Гидравлическая крупность ω, м/с
0,001	0,000008	0,1	0,008
0,005	0,00003	0,2	0,021
0,01	0,00008	0,5	0,060
0,05	0,002	1,0	0,100

Таблица Г.2 - Температурные поправочные коэффициенты к гидравлической крупности, найденной по таблице Г.1 для температуры 15 °С

Диаметр частицы η, мм	Поправочный коэффициент при температуре воды, °С				
	0-4	5-8	9-12	13-16	17-20
1,0	0,83	0,90	0,95	1	1,04
0,5	0,74	0,84	0,92	1	1,07
0,2	0,68	0,80	0,89	1	1,10
0,1	0,66	0,78	0,86	1	1,12
0,05	0,66	0,77	0,85	1	1,15
0,01	0,66	0,77	0,85	1	1,15
0,005	0,66	0,77	0,85	1	1,15

Таблица Г.3 - Значения гидравлической крупности частиц

Диаметр частицы η, мм	Гидравлическая крупность ω, м/с	Диаметр частицы η, мм	Гидравлическая крупность ω, м/с
1,2	0,126	7,0	0,347
1,4	0,144	8,0	0,370
1,6	0,160	9,0	0,393
2,0	0,184	10,0	0,42
2,5	0,2120	15,0	0,52
3,0	0,234	20,0	0,63
3,5	0,254	30,0	0,78
4,0	0,269	40,0	0,92
4,5	0,284	60,0	1,17
5,0	0,294	80,0	1,39
6,0	0,323		

146

$$qs = 3(1 + \varphi)V_H k \left( \frac{V}{V_H} - 1 \right) \left( \frac{V^3}{V_H^3} - 1 \right) \quad (3.5)$$

– , k– .

3.11.

1.

q
0,20
0,50
0,43
0,42
0,26
0,33

3.12.

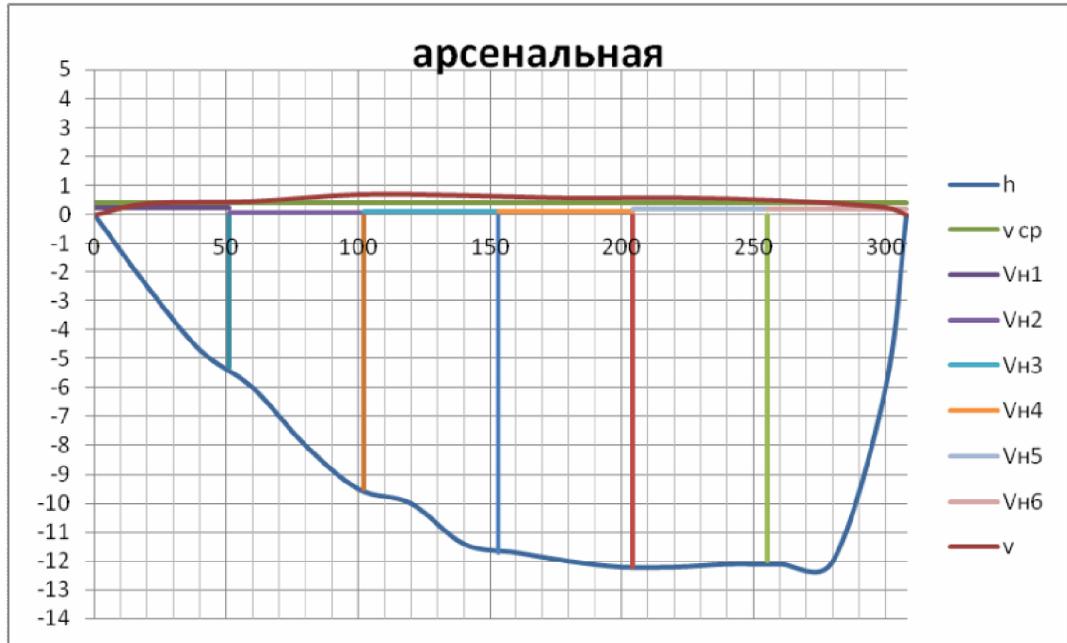
2.

q
0,33
0,25
0,21
0,21
0,10

3.13.

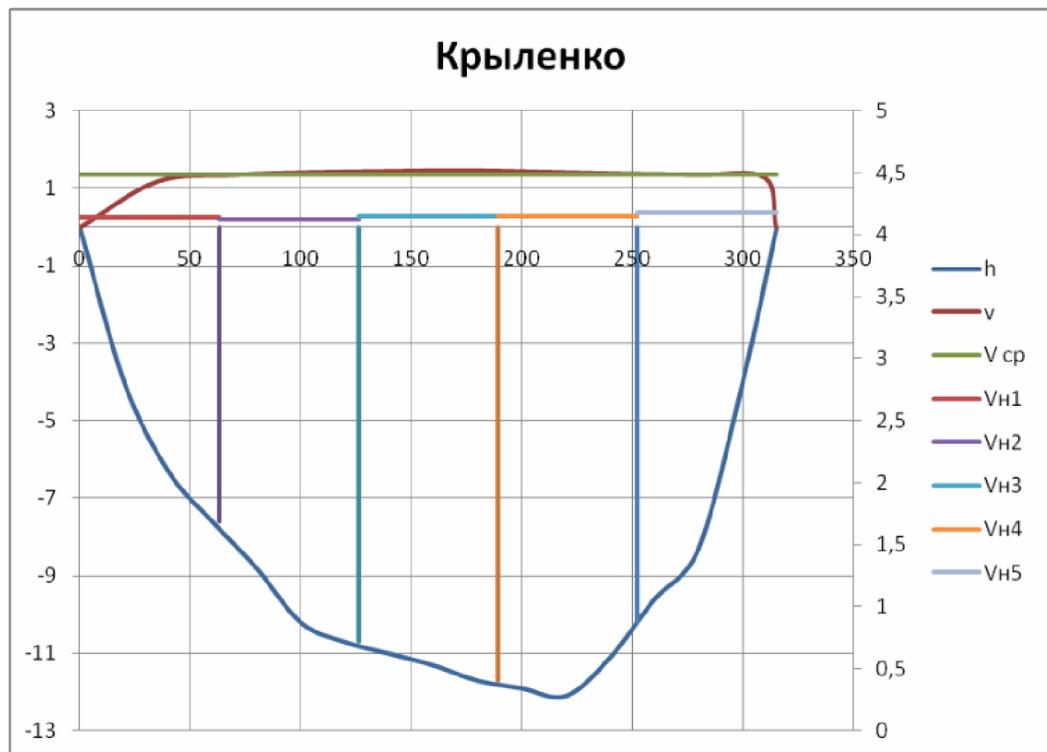
3.

q
0,21
0,43
0,42
0,62
1,34
0,47
0,68



3.4.

1.



3.5.

2.



3.6.

3.

,

.

,

...

:

)

$$V^I/V_H > V/V_H > V_H/V_H$$

,

;

)  $V^{III}/V_H > V/V_H > V^I/V_H$   
 , ,  
 , ,  
 ;

)  $V/V_H > V^{III}/V_H$   
 ,  
 .

20%,

- :
1. . . . / . . . . /  
 , — :  
 , 1997.— 448 .
  2. . . . / . . . . —  
 : , 2008. — 439 .
  3. . . .  
 / . . .  
 — : , 1991.— 224 .
  4. . . . / . . .  
 — : , 1997.— 272 .

5. . . / . .  
— : , 1981.— 86 .
6. [ ].—  
URL:[http://www.rspin.com/map\\_atlas/neva\\_river/index.html](http://www.rspin.com/map_atlas/neva_river/index.html)
- 7.