



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему «Прогнозирование лавинной опасности на основе стратиграфии снежного покрова»

Исполнитель Ан Константин Радиевич

Руководитель д.г.н., профессор Яйли Ервант Аресович

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

СЦА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 30 » января 2019 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
« 18 » <u>января</u> 2019 г.	
<i>Ан К. Радиевич</i>	<i>Мандулен А.И.</i>
ПОДПИСЬ	РАСШИФРОВКА ПОДПИСИ

Туапсе
2019



«

»

.

«

»

()

05.03.05

(-)

«
»

• • •

«

»

,

«_____» _____ 2019 .

	.....	3
1	-	.....6
1.1	.....	6
1.2	.....	8
2		
	.....	17
2.1	.....	18
2.2	,	..... 21
3		
	.....	34
	.....	38
	.....	39

(— .)

[2, .35].

XXII

XI

[14, .36].

, - . ()

[22, .40].

, . . ,

[17, .35].

. ,

[7, .143].

(10) ,

100-1000 .

(10-200),

(30-60⁰),

(5-10⁰).

(.1.2).

- 30⁰,

[9, .57].

[6, . 27].



. 1.2.

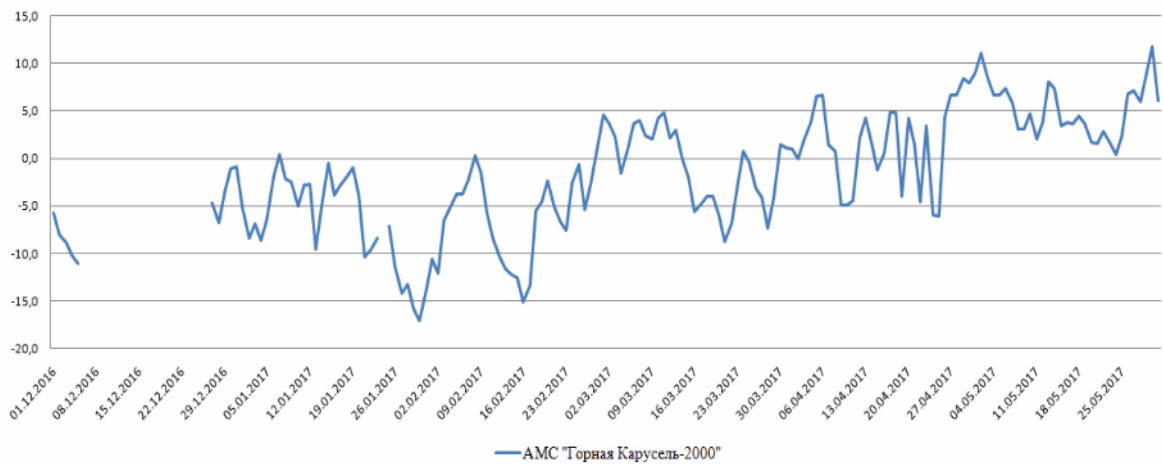
[25]

1.2

[23, . 48].

[5, . 247],

[8, . 49].



. 1.3.

-2000»

(°C)

2016-2017 . [18, . 9]

2500

(. 1.3),

–

1,0 1,2° 100
 1000 ,
 (0,5° 100) [19, . 45].
 «C »,
 -22° ,
 38° .
 24° 28° . « » «
 -2000» 5°
 12° , 0° 5° (. 1.1).

1.1

-2000» 2016-2017 . [18, . 9]

T .	-	-6,7	-6,3	-0,8	1,6	5,3
Tmin	-	-18,9	-17,1	-10,6	-8,8	-0,9
Tmax	-	1,8	4,0	7,3	10,7	13,9
-	-	5	4	19	24	31

[12, . 69].

. 1.2,

1.2

0° [1]

	500	1000	1500	2000	2500
	34	68	108	148	188

1500 (. 1.3).

1.3

· , 0° [1]

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
13	5,3	5,9	7,9	11,8	15,9	20,1	23,0	22,9	19,4	14,8	10,5	7,2	13,7
500	0,2	1,1	4,6	9,6	14,4	17,3	19,7	19,8	15,6	11,2	6,6	2,3	10,0
1000	-1,8	-1,3	2,0	7,0	11,6	14,6	17,1	17,3	13,3	9,8	4,6	0,5	7,9
1500	-3,8	-3,7	-0,6	4,4	9,0	11,9	14,5	14,8	11,0	7,8	2,6	-1,3	5,6
2000	-5,8	-6,1	-3,2	1,8	6,3	9,2	11,9	12,3	9,7	5,8	0,6	-3,1	3,3
2500	-7,8	-8,5	-5,8	-0,8	3,6	6,5	9,3	9,8	7,4	3,8	-1,4	-4,9	0,9

· , (. 1.4).

1.4

· , 0° [1]

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
13	-15	-15	-12	-4	2	7	10	9	1	-7	-7	-10	-15
560	-22	-21	-17	-10	-1	4	6	4	-1	-11	-13	-22	-22
1880	-28	-27	-25	-17	-8	-5	1	-0	-8	-16	-19	-23	-28

1880

23

(. 1.5).

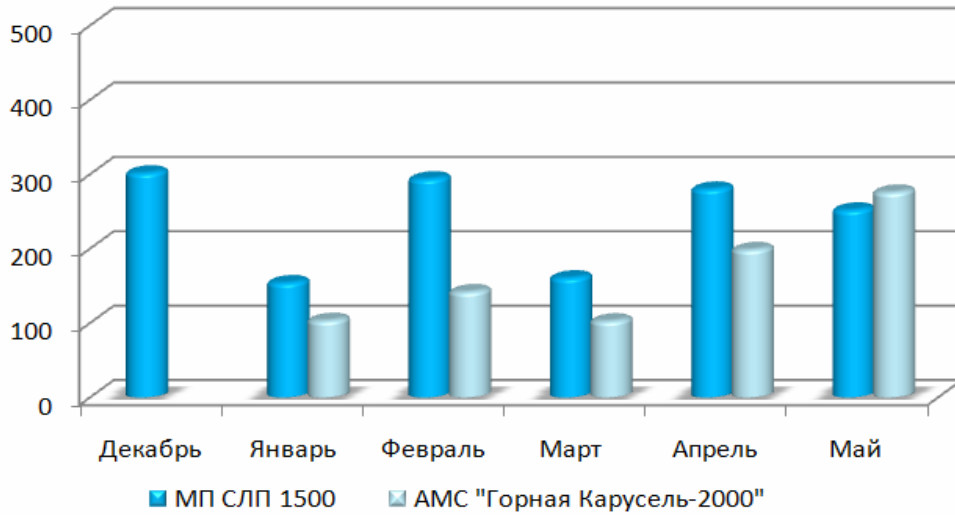
1.5

()

[1]

		I	II	I	II	III	IV	V	
	566	-	16	9	8	8	-	-	41

	1880	3	4	2	2	4	8	2	23
--	------	---	---	---	---	---	---	---	----



. 1.4. () **1500**
 « **-2000»** **2016-2017** . [18, . 11]

3237 (. 1.6, . 1.7).

1.6

« », « » [1]

	,	,
	566	2024
	1880	3237

1000 -

65 , 1500 2200 -

330-370 ,

5-6 (. 1.5).

:

-

(50-70).

1000 .

—

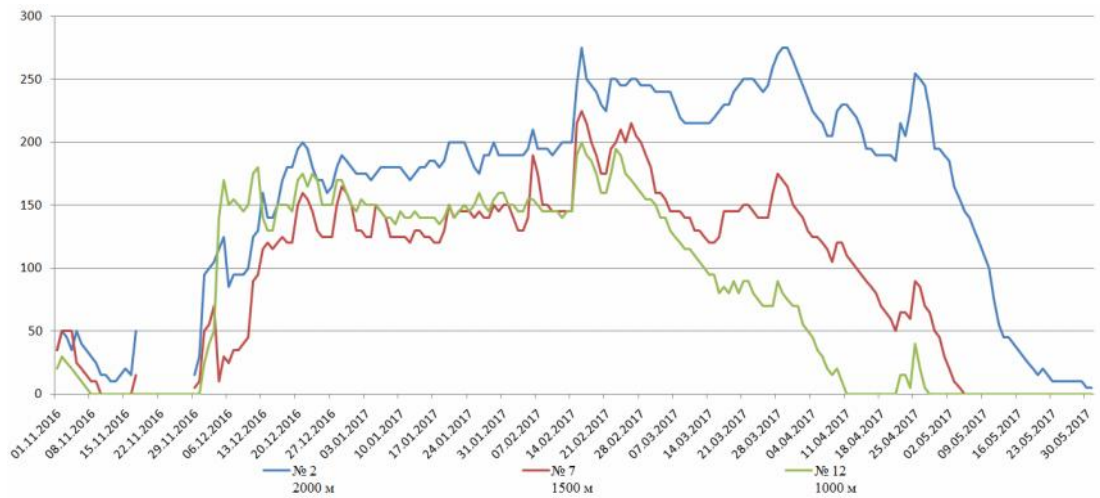
(100-260).

1000 3000 .

1.7

, [1]

/	XI	XII	I	II	III	IV	V		
	123,9	171,4	158,2	129,4	93,1	132,8	119,8	190,1	1985
	85,5	93,9	93,8	79,5	66,5	70,6	127,1	187,9	1977



. 1.5.

2,7 12

2016-2017 . [18, . 14]

0,05-0,10 / ³.

(. 1.8).

1.8

[1]

1850				42		AN6d		AN6b1	
		T ,°		,°		, /			
03.01.2018		11:45		1,0		-6,0		5/0 Ci	
								50 000	
8	140	18	1	0,10		/		.	-6,5
7	122	8	1-3	0,31		☺		.	-6,0
6	114	21	0,5	0,21		●		.	-5,9
5	93	15	0,5	0,24		●		.	-4,1
4	78	16	0,5	0,26		●		.	-3,0
3	62	37	0,5	0,25		●		.	-2,5
2	25	5	2-4	0,30		☺		.	-2,1
1	20	20	1-2	0,26		☹		.	-1,9
								.	-1,1

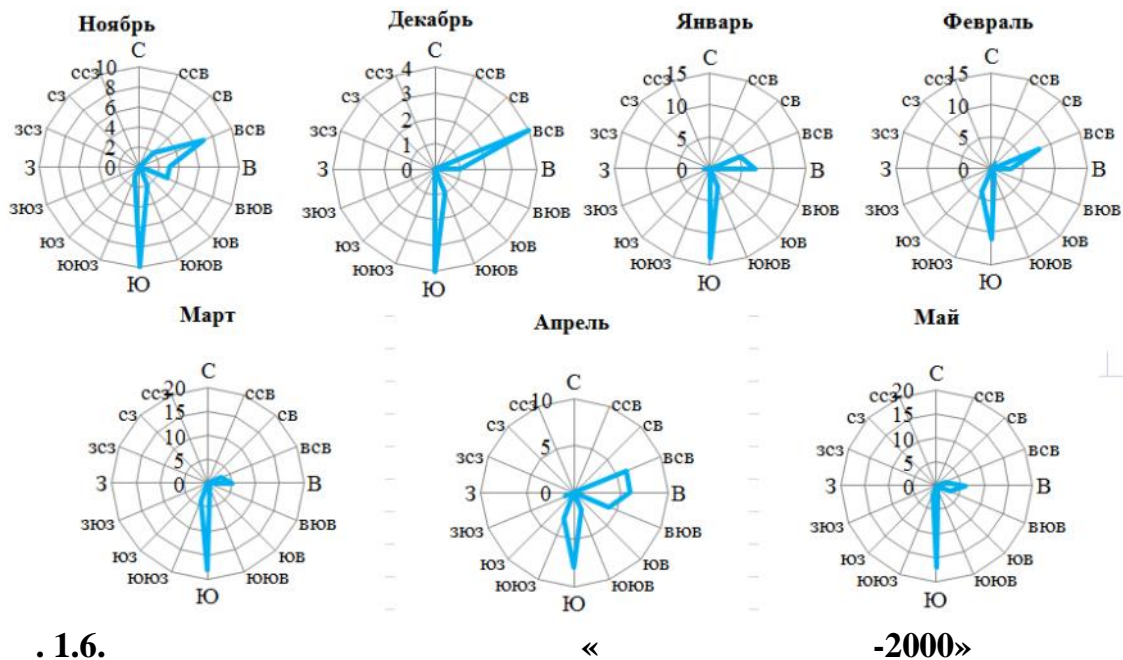
[11, .31].

2000

[13, .112].

[10, .91].

[15, .174].



. 1.6.

«

-2000»

2016-2017 . [18, .13]

(. 1.6).

1,8 / (.) 3,3 / (.

) [1].

[12, .10].

«

»

2015-2018

6 /

7 /

70°

- 2200-2500 .

20°

2.1

-19» [4, . 23-26]

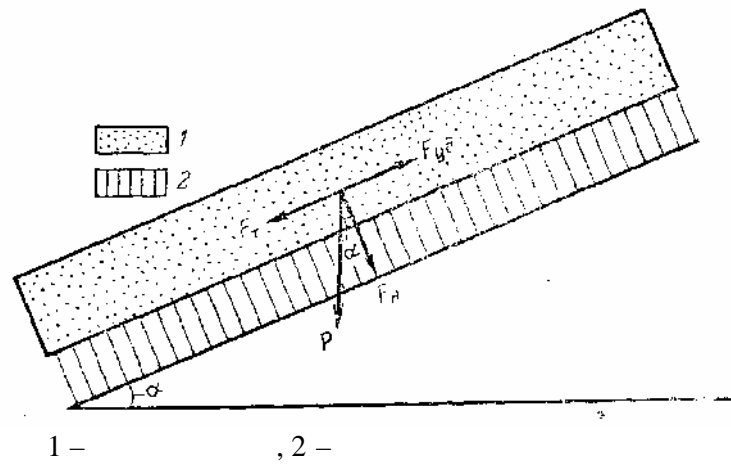
F (. 2.1).

F

$$F_H = F \cdot \sin \alpha$$

(2.1)

F_1 — , , a F_2 —



. 2.1.

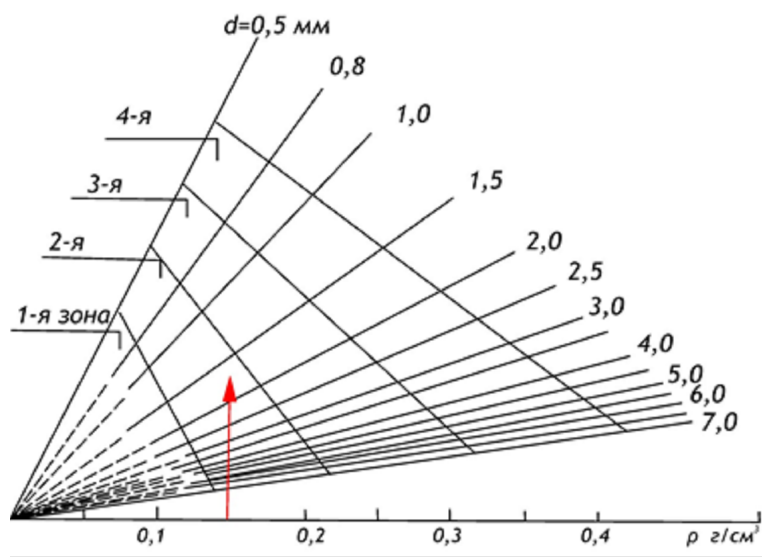
[3, с. 9]

$$\sigma = \frac{\alpha \rho}{\sqrt[4]{d}}$$

(2.2)

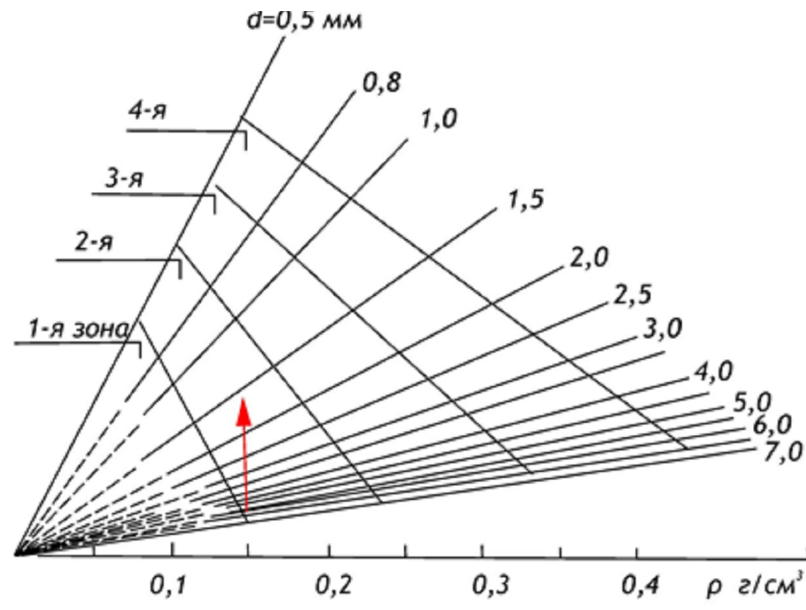
, — , / ²;
 a — , 360 390
 ;
 — , / ³;
 d — , [24, .48]

d



. 2.2.

[24, . 46]



. 2.3.

[24, . 46]

(. 2.1, 2.2). , (),
 . , -
 , [24, . 48].

(3)

0 . 2.1

2.1

[24, . 47]

	, 3	0 <0,20 / 3,	0 >0,20 / 3,	0 ,	c - , / 2
1	1	30	10	20	20
2	1 10 .	30 70 .	10 50 .	20 60 .	20 50 .
3	10 100 .	70 110 .	50 90 .	60 100 .	50 80 .
4	. 100	110 150 .	90 130 .	100 140 .	. 80

2.2

5

2016-2018 .

24

1. 1. (. 2.4)
17 2106 .



.2.4. 1 17.04.2016 . - 1

.2.2

«

114»

1:

0,35 / 2

1 .

2.2

114 [19, .164]

2200				40		AN6c3	
		T					
17.04.2016	11:20	9,7		-0,2			50 000
12	125	12	1-2	0,20	4	☐☐	0,0
11	113	7	1	0,17	4	/	0,0
10	106	3	2	-		☐☐	0,0
9	103	5	0,5-1	0,32	1	●☐	0,0
8	98	4	2-1	0,34	4 /1	☐	0,0
7	94	13	1	0,38	1	☐	0,0
6	81	4	1	0,39		☐	0,0
5	77	22	0,5-1	0,36		●☐	0,0
4	55	12	0,5-1	0,36		☐☐	0,0
3	43	3	1-2	-	1	☐	0,0
2	40	13	1	0,39		☐	0,0
1	27	27	1	0,35	1	☐	0,0
							0,0

100 . ,

, ,

, .

3.

- 1 ,

- 2 .

, - ,

, . . .

, 5 .

:

1,

,

, .

,

,

3 .

2. 2. (. 2.5)

, . . .

- Gazex.

,

.



.2.5. 2 3.04.2016 . - 2

, . 2.3,
 (-).
 , 0,35 / 2 1 .
 - 150

2.3

92. 2

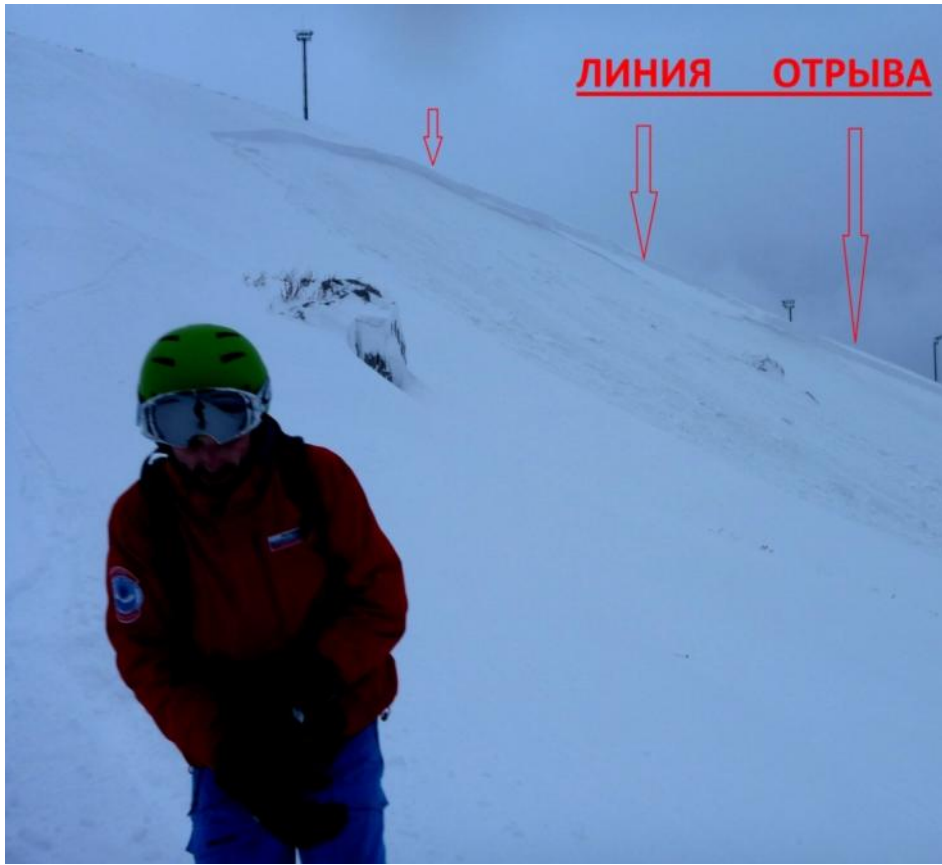
03.04.2016 [19, .144]

,				, °			
2200				45		AN6b4	
		T ° ,	° ,	, /		, ,	
04.04.2016	11:19	-6,0	-4,5			50 000	
, ,							
	, ,	, /				T ° ,	

16	193	3	-	-	/		-	-	-1,7
15	190	8	0,2-1	0,18		/		.	-1,6
14	182	7	0,5-1	0,18		/		.	-2,2
13	175	10	0,2-1	0,21	4	/		.	-2,0
12	165	3	1	-			-	-	-1,0
11	162	9	0,2-1	0,25	1			.	-0,9
10	153	10	0,2	0,26	$\frac{1}{4}$	.		.	-0,7
9	143	3	1	-				-	-0,6
8	140	4	0,5	-	1			-	-0,5
7	136	6	0,5-1	0,29				.	-0,5
6	130	36	0,5	0,34	-1			.	-0,4
5	94	3	-	-			-	-	-0,3
4	91	49	0,5-1	0,33				.	-0,3
3	42	4	1	0,35	1			.	-0,2
2	38	18	0,5-1	0,38				.	-0,1
1	20	20	-	-			()	-	0,0
								.	0,0

5 - ,

3. 3. (. 2.6)



. 2.6.

3 01.12.2016 .³

, . «
».

3 01.12.2016 . . 2.4

— .
, .
, , , .
— 5.

2.4

3

10 [20, .5]

1770				33		FW1b		
		T						
02.12.2016	11:10	-5,2	-5,8			1500		
7	186	20	0,5-1	0,20	4	/	-6,0	
6	166	16	1	0,29	1	/	-5,0	
5	150	29	1-2	0,19	4	/ ↔	-2,4	CTM1
4	121	47	0,5-1	0,35	1	/	-1,6	
3	74	32	1	0,38		☐	-0,8	
2	42	7	3-4(1)	0,35	1	☒	-0,4	2
1	35	35	-	-		∞	-0,2	
							-0,4	

5: = 0,19 / ²; d= 2 .

3, 50 -60

=36 , ,

– 2, = 0,35 / ²; d= 3-4

3,5 .

130-140

=140 ,

(. 2.7).



.2.7.

10

3⁴

4.

.4.

4

,

3,

10

(2.8).

,

,

.



.2.8.

4 16.12.2016 .⁵



.2.9.

2⁶

3,

(.2.9).

(.2.5).

2.5

⁵

⁶

16 [20, . 8]

2050		T		30		FW1b1	
12.12.2016	11:00	-3,0	-3,0	15-17	10/0 As Ac	300	
7	125	5	0,5	0,28	1	●	-4,2
6	120	40	1	0,17	4	／	-3,8
5	80	30	0,5-1	0,17	1	●	-2,9
4	50	15	0,5-1	0,30	1	●	-2,0
3	35	15	0,5-1	0,32	1	■	-1,0
2	20	10	1	-		■	-0,6
1	10	10	2	-	1	■	-0,3
							0,0

5. = 0,17 / ²; d= 1

50-60 = 45

3,

= 0,32 / ²; d= 1.

5,

– compression test,

5

5.

5.

(. 2.10)



. 2.10.

5 15.02.2018 .⁷

,
(. 2.6)

1-2 .

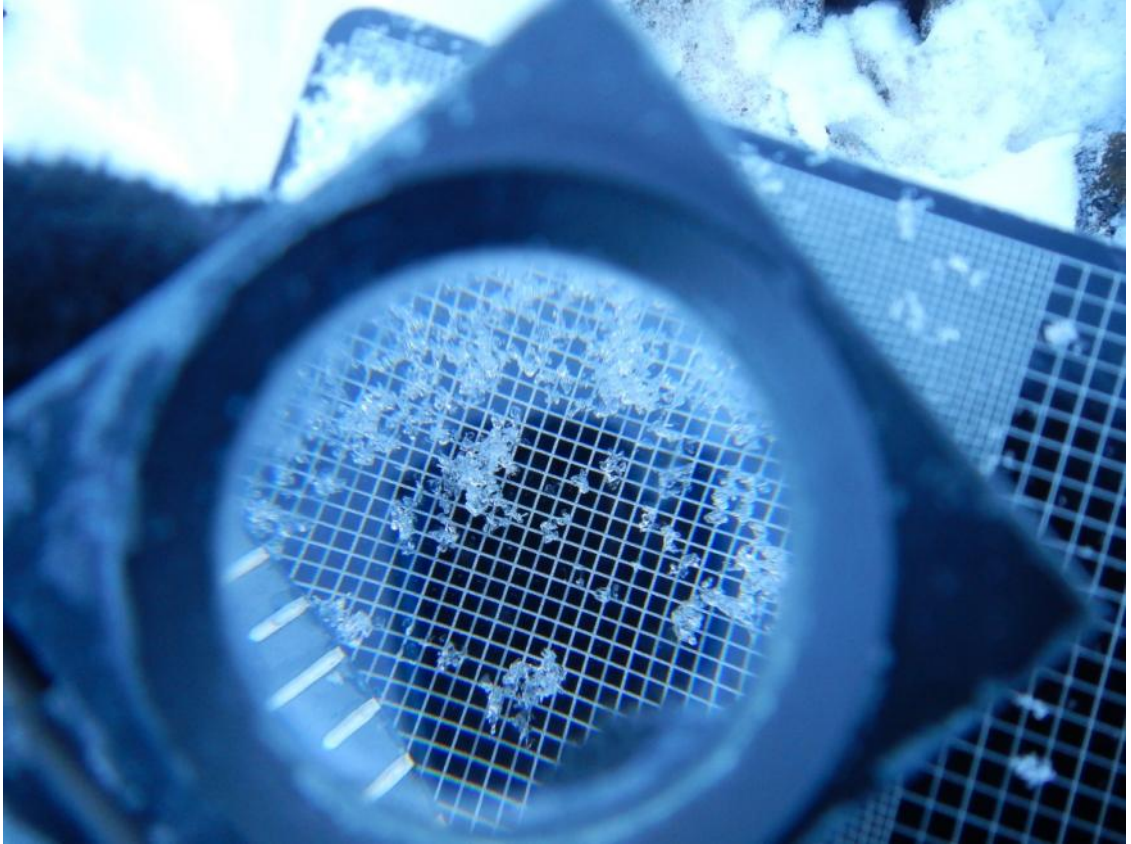
2.6

59 [21, .54]

1840		T		35		FW1d	
16.02.2018	10:00	2,0	-0,1	,3-5		10/0 Ac	10 000
11	223	33	0,2	0,20		/	0,0
10	190	13	1-2	0,37	1	☉	0,0
9	177	4	-	-		☉☉	0,0
8	173	31	1-2	0,40	4	☉	0,0
7	142	5	-	-		☉☉	0,0
6	137	17	0,5	0,45		•	0,0
5	120	31	0,5	0,43		•	0,0
4	89	29	0,5-1	0,40	1	☉	0,0
3	60	3	-	-		☉☉	0,0
2	57	10	1	0,39	1	☉	0,0
1	47	47	1-2	0,43		☉	0,0
							0,0

(.2.6)

. 3.1,

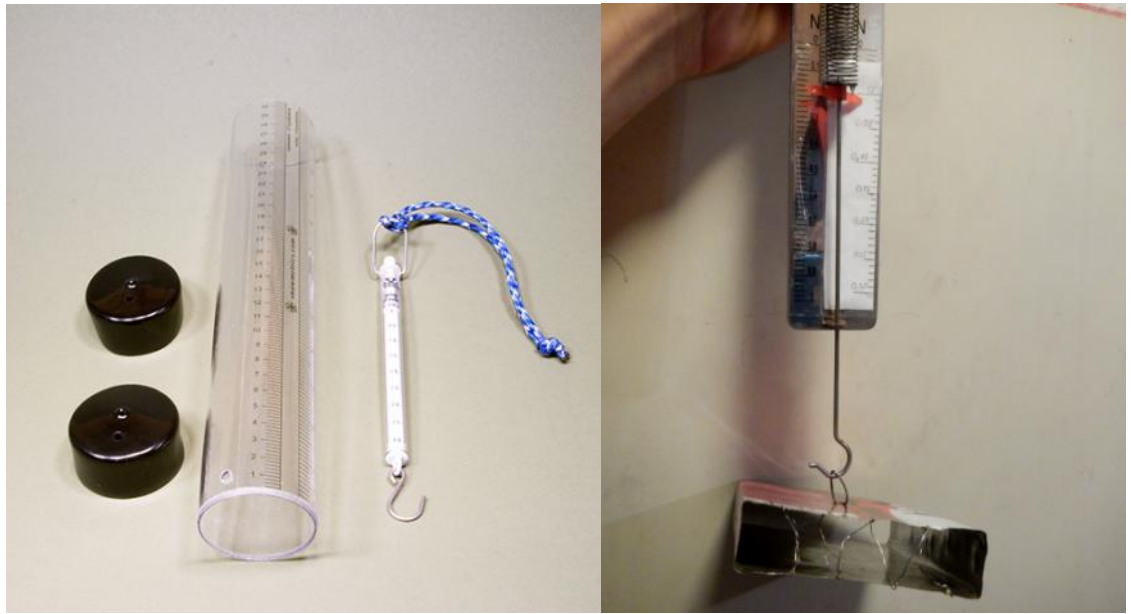


. 3.1.

10⁸

— , 2

(. 3.2)



. 3.2.

«Compression snow test».

[24],



.3.3.

10

2016 – 2018

d

- Compression snow test.

d,

2

1. «С » 2015 – 2018 .
2. / . – : « », 1972. – 428 .
3. . . , . . , . . . – , 1980. – 20 .
4. . . -19 () / . - – : , 1984. – 107 .
5. . . / . . – : , 1971. – 427 .
6. . – : , 1968. – . 1. – 75 .
7. . 9: . I: / – : , 1947. – 560 .
8. . . : . 2- / . . , . . , . . , . . . – : , 1987. – . 46-57.
9. . . , . 1. . / . . , . . , . . . – : , 1989. – 270 .
10. . . , . . , – , 2000. – . 89. – . 89-94.
11. . . // . . – 1974. – . 159. – . 3-110.
12. . . . – : , 1983. – 160 .
13. . .

//

. – 1956. – . 106-119.

14. . . . – . : , 1988. – 159 .
15. . . . / . . . , – . : , 1975. – . 26. – . 172-178.
16. - (). / . . . , . . . , . . . , . . . , – . : , 2012. – 84 .
17. . . . – . : , 1977. – 240 .
18. « . – : « » , 2017. – 37 .
19. « . – : « » , 2016. – 164 .
20. 2016-2017 . . – : « » , 2017. – 66 .
21. 2017-2018 . . – : « » , 2018. – 134 .
22. . . . 9: . . . 1: . – . : , 1977. – . 34-49.
23. . . . - . – . : , 2002. – 256 .

24. 52.37.790–2013.

. – , 2013. – 60 .

25. «C » 2011 –

2018 .