



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(бакалаврская работа)  
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология  
(квалификация – бакалавр)

На тему «Анализ повторяемости опасных явлений и условия их прогнозирования в городе Сочи»

Исполнитель Лысак Богдан Олегович

Руководитель к.с/х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» января 2023 г.



Туапсе  
2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Климатические и опасные метеорологические условия большого Сочи .....	5
1.1 Особенности климата исследуемой территории .....	5
1.2 Опасные метеорологические явления района Сочи.....	12
2 Статистика опасных явлений и гидрометеорологическое обеспечение информацией на территории г.Сочи .....	19
2.1 Динамика опасных явлений на исследуемой территории .....	19
2.2 Гидрометеорологическое обеспечение информацией на территории г.Сочи .....	29
3 Основные типы синоптических процессов возникновения опасных явлений .....	36
3.1 Условия возникновения опасных явлений.....	36
3.2 Динамика развития снежного покрова в 2020-2021 и противолавинные мероприятия.....	39
Заключение .....	48
Список использованной литературы.....	50

## Введение

Уникальные климатические условия исследуемого района благоприятствуют популяризации региона для развития зимнего массового туризма.

Освоение горных склонов в верховьях р. Мзымта происходит все интенсивнее, поэтому важно знать особенности распределения в годовом ходе опасных явлений и снеголавинного режима и принимать меры для обеспечения безопасности жизни и здоровья людей, защиты объектов инфраструктуры, а также во всей полноте и сложности обеспечивать лавинную безопасность в районе.

На фоне антропогенного воздействия на лесную зону, которая гасила снежные лавины, возникающие в верхней части хребта. Строительство горнолыжных, гостиничных комплексов в Краснополянском районе, привело к неминуемой вырубке леса под горнолыжные трассы и канатные дороги. С формированием широких просек в лесу привело к увеличению вероятности движения снежных лавин, возникающих в пригребневой зоне. Лавинной опасности подвержены не только горнолыжные курорты с их инфраструктурой, но некоторые участки дорожной сети.

Актуальность темы обусловлена увеличением потока туристов, использующих территории морской акватории города Сочи и горнолыжных рекреаций района Красная Поляна, в течении всего сезона и в дальнейшем расширении используемых территорий.

Объект исследования — территория города-курорта Сочи

Предмет исследования — опасные явления

Целью исследования является изучение возможностей повышения качества прогноза опасных явлений и лавинной опасности на территории.

Задачи работы:

- выявить особенности климатических условий;
- обобщить статистику опасных явлений за последние годы
- рассмотреть основные положения гидрометеорологического обеспечения информацией на территории г. Сочи
- изучить динамику снежного покрова за исследуемый период;
- дать характеристику лавиноопасных периодов исследуемого холодного сезона;

- оценить влияние метеорологических условий на лавиноопасность в и динамику годового хода в районе горнолыжного курорта;
- обобщить мероприятия по предотвращению лавиноопасности;
- изучить конкретные случаи сходов лавин в период в период 2019- 2021г.;
- проверить, по данным стратиграфических исследований линий отрыва лавин, соответствие реальной и прогнозируемой вероятности схода лавин;
- определить путь повышения точности прогнозирования лавинной опасности.

# 1 Климатические и опасные метеорологические условия большого Сочи

## 1.1 Особенности климата исследуемой территории

Территория города-курорта Сочи охватывает большую часть южного склона Кавказа от берега Чёрного моря до вершин Главного Кавказского хребта высотой до 3500 метров над уровнем моря [24, с. 5]. Поэтому в Сочи можно выделить несколько природно-климатических зон (рисунок 1.1):

Прибрежная зона (до 200 метров над уровнем моря) шириной 450-2000 метров<sup>[2]</sup> характеризуется продолжительной мягкой и тёплой осенью, переходящей в затяжную, прохладную и умеренно дождливую весну, относительно нежарким летом. Годовая сумма тепла здесь свыше 5000 градусов.

Предгорная зона (201–600 метров над уровнем моря) характеризуется более низкими температурами января (до 4 С), более прохладным и влажным летом.

Альпийская зона (1701–1800 метров над уровнем моря). Лето короткое, зима с мощным снежным покровом, достигающим в отдельных местах 10–15 метров. Тепла недостаточно, поэтому невозможно существование древесной растительности. Это зона субальпийских и альпийских лугов, снежников и ледников.

Среднегорная зона (601–1000 метров над уровнем моря) отличается мягкой, снежной зимой. Лето здесь нежаркое, в отдельные годы довольно прохладное и дождливое, зима умеренно холодная. Средняя температура января — 0° С. Климат этой зоны напоминает некоторыми чертами северную часть европейской территории России, но со значительно большим количеством осадков.

Высокогорная зона (1001–1700 метров над уровнем моря). Здесь уже продолжительная зима с устойчивым снежным покровом, достигающим иногда нескольких метров. Лето короткое, дождливое.

Рисунок 1.1 — Природно-климатические зоны большого Сочи

Прибрежная зона Сочи, как и весь участок российского черноморского побережья южнее Туапсе, расположена в зоне

влажных субтропиков, что сильно отличает этот регион от более северного участка побережья от Анапы до Туапсе, где господствует типичный полусухой средиземноморский климат.

Главные черты климата — сухое лето и влажная зима - свойственны средиземноморской климатической зоне [7, с.13]. Зимний период на Западном Кавказе характеризуется периодической неустойчивостью, связанной с вторжением холодных воздушных масс и, соответственно, понижением температуры, иногда до минус 10-12 °С (таблица 1.1).

Таблица 1.1 — Среднемесячная температура за 2001-2021 гг. по данным АМСГ Сочи

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2001, °С	5,9	6,5	10,7	12,6	15,4	20,2	25,9	26,4	21,7	15,1	11,1	8,2	15,0
2002, °С	4,9	7,9	9,8	11,3	16,1	21,2	25,5	23,7	20,9	16,6	12,9	5,5	14,6
2003, °С	8,0	5,8	6,2	10,3	17,5	19,8	22,9	24,1	19,6	16,7	10,3	7,5	14,1
2004, °С	8,1	6,4	9,0	12,3	15,6	20,2	22,8	23,9	20,4	16,0	11,4	5,6	14,3
2005, °С	6,6	6,7	6,1	12,5	17,2	19,1	24,0	24,8	20,5	14,4	11,3	8,6	14,3
2006, °С	3,8	5,7	9,7	11,7	15,7	21,4	22,6	25,8	20,3	16,5	9,2	5,2	14,0
2007, °С	6,2	5,5	7,9	9,7	19,6	22,0	23,8	25,5	21,4	17,4	10,0	6,5	14,6
2008, °С	3,2	3,5	11,5	14,1	14,9	20,1	23,1	24,9	20,3	15,7	12,0	6,9	14,2
2009, °С	6,0	9,0	8,6	10,3	15,9	22,8	24,0	21,7	19,6	18,0	11,2	9,7	14,8
2010, °С	8,6	9,5	8,5	12,5	17,6	23,5	25,8	27,0	23,1	15,9	14,0	12,3	16,5
2011, °С	7,1	6,7	8,1	10,6	15,7	20,7	24,8	23,8	20,0	14,6	6,7	7,9	14,0
2012, °С	5,1	3,8	4,3	14,3	18,9	23,5	25,3	24,5	21,9	18,5	13,3	8,5	15,2
2013, °С	6,9	9,2	9,9	13,4	19,7	21,9	23,3	24,0	20	14,2	12,4	4,9	15
2014, °С	7,3	8,1	10,3	13,7	18,8	21,7	24,9	25,8	21,0	15,7	10,6	9,5	15,7
2015, °С	6,8	8,8	9,6	10,5	16,9	22,1	23,6	26,0	23,8	16,0	11,5	6,8	15,2
2016, °С	5,5	9,2	10,2	13,4	16,7	22,6	24,6	26,3	20,0	15,1	10,8	4,5	14,9
2017, °С	5,4	5,6	10,1	11,6	16,1	21,0	25,0	26,5	22,9	15,3	10,8	9,1	15,0
2021, °С	7,3	8,8	11,0	14,0	19,7	23,6	25,0	25,3	21,7	17,0	12,0	8,5	16,2
2019, °С	7,8	7,6	8,2	12,1	18,6	24,2	22,4	24,1	20,1	17,5	14,0	10,5	15,6
2020, °С	6,1	6,5	11,6	11,5	16,5	22,8	25,1	24,3	23,8	19,5	11,0	10,5	15,8
2021, °С	9,2	7,1	6,8	12,3	16,9	20,2	24,7	25,1	18,7	14,9	13,1	9,7	14,9
Средние значения	6,4	7,0	8,9	12,1	17,1	21,6	24,2	24,9	21,0	16,2	11,4	7,9	14,9

Так в 2008 году температура января и февраля была в два раза ниже среднего за исследуемые двадцать лет. Заметно холоднее среднего были первые два месяца также в 2001, 2006, 2012 и 2017 году.

Климат очень влажный, подобный сочинскому наблюдается в соседней Абхазии, на побережье Хорватии, Черногории и Албании, а также на

востоке Китая, юге Республики Корея, в Японии (кроме острова Хоккайдо) и на юго-востоке США (штаты Миссисипи, Луизиана, Алабама, Джорджия, а также Флорида). Максимум осадков приходится на зимний период времени года, преимущественно в виде дождя, реже — снега. Зима тёплая, лето жаркое и влажное. Подобный тип климата благоприятен для культивации разного рода субтропических и умеренных культур. Поскольку Сочи расположен на северной границе субтропиков, зимой здесь возможны заморозки и снегопады.

Наиболее тёплый месяц года — август. Самым холодным месяцем является февраль. Однако в отдельные годы самым холодным может быть даже январь, март или декабрь (редко). Количество ясных дней в году — 51 при учёте общей облачности или 139 при учёте нижней облачности.

В таблице 1.2 рассмотрим показатели температуры воздуха и воды, а также нормы осадков в Сочи, т.е. климатограмму.

Таблица 1.2 — Климатограмма Сочи

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Абс. макс °С.	21,2	23,5	30,0	31,7	34,7	35,2	39,4	38,5	36,0	32,1	29,1	23,5	39,4
Ср. макс., °С	9,6	9,9	12,2	16,6	20,6	24,6	27,4	27,9	24,7	20,4	15,3	11,8	18,4
Ср. температура, °С	6,1	6,0	8,2	12,1	16,0	20,2	23,2	23,6	20,0	15,8	11,1	8,1	14,2
Ср. мин., °С	3,6	3,3	5,2	9,0	12,7	16,7	19,7	19,9	16,4	12,5	8,1	5,5	11,1
Абс. мин, °С	-15,4	-12,6	-7	-5	3,0	7,1	12,6	10,4	2,7	-3,2	-5,4	-8,3	-15,4
Норма осадков, мм	184	135	121	120	110	104	128	121	127	167	201	185	1703
Температура воды, °С	9,2	8,6	8,6	10,7	16,6	20,1	23,2	24,1	22,2	18,4	14,8	11,8	15,7

Средняя температура воздуха в Сочи, по данным многолетних наблюдений, составляет 14,2 °С. По данным десятилетних исследований (2005 - 2016), среднегодовая температура воздуха в Сочи составляет 15,0 °С. По данным трёхлетних исследований (2016-2019), среднегодовая температура в

Сочи составляет 15,6 °С. Возрастающие значения среднегодовой температуры в Сочи отражают глобальное потепление.

Из таблицы видим, что амплитуда температуры января составляет более 35 °С: самым холодным был январь 1992 года (-15,4 °С); аномально теплым — январь 1948 года (21,2 °С). То же самое можно сказать о феврале, марте, апреле, октябре. В другие месяцы эта амплитуда чуть меньше или больше 30 °С.

В таблице 1.3 максимальные и минимальные значения среднемесячной температуры за весь период наблюдений.

Таблица 1.3 — Максимальная и минимальная среднемесячная температура в Сочи по многолетним данным

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Самый тёплый, °С	12,3 1915	10,2 1901	11,9 1916	16,1 1950	19,6 2007 2021	23,3 1901 2021	26,4 1938	26,9 2010	24,1 2015	19,8 1918	16,1 1966	13,0 2010
Самый холодный, °С	0,7 1950	0,8 1911	2,2 1880	8,3 1945	13,8 191	17,8 1967	20,1 1985	20,4 1984	16,5 1884	11,2 1959	6,3 1897	4,0 2016
Разница	11,6	9,4	9,7	7,8	5,8	5,5	6,3	6,5	7,6	8,6	9,8	9,0

В теплое время разница между самым холодным и самым теплым годом меньше, к осени разница возрастает, в зимние месяцы достигает наибольшей разницы. Наименьший контраст между самым холодным и самым теплым отмечен в июне, наибольший — в январе.

В таблице 1.4 представлено количество осадков за 2001-2020 гг. Таблица 1.4 — Ежемесячное количество осадков за 2001-2020 гг. в Сочи (мм) и отклонение от нормы

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	от нормы
2001	56	218	145	173	188	117	61	131	147	291	194	273	121%
2002	233	123	86	137	46	242	102	209	106	373	71	173	115%
2003	184	59	104	84	39	32	156	59	268	134	271	76	89%
2004	117	261	93	71	189	93	98	150	27	128	292	186	104%
2005	169	88	352	103	54	273	102	94	120	251	161	110	114%
2006	200	229	118	156	128	32	94	2	183	257	309	179	115%
2007	238	80	214	171	88	180	39	84	139	117	238	231	111%

Продолжение таблицы 1.4

2008	63	148	131	120	242	54	147	68	110	155	140	190	95%
2009	206	116	214	67	169	72	167	105	155	43	268	132	104%
2010	197	170	169	126	54	127	31	33	133	327	90	97	95%
2011	119	202	161	167	155	174	88	138	108	252	124	94	108%
2012	173	192	159	71	106	89	24	62	21	160	188	110	82%
2013	199	102	194	49	26	122	141	110	525	138	103	111	111%
2014	177	28	134	73	77	106	206	13	235	148	129	182	92%
2015	196	56	94	192	110	166	60	14	13	167	392	157	98%
2016	281	93	82	105	106	69	122	64	214	91	79	376	102%
2017	130	119	94	136	187	85	68	32	45	222	110	263	91%
2021	194	95	208	47	40	36	199	26	251	117	145	258	98%
2019	188	97	187	60	86	86	162	165	103	74	100	116	82%
2020	197	196	73	26	99	25	84	9	30	82	105	135	64%
норма, мм	179	118	109	116	93	91	122	135	135	158	191	197	100%
среднее 2001- 2020, мм	176	134	151	107	109	109	108	78	147	176	179	174	100%

В среднем за последние двадцать лет значительно ниже нормы выпало осадков в августе. Меньше всего осадков выпало в августе 2006 года — 2 мм; в августе 2020 года — 9 мм. В общем 2020 год был самым засушливым за исследуемый период: за год выпало всего 64 % от нормы.

Больше всего осадков за месяц выпадает с октября по январь. В среднем за двадцать лет самым дождливым был октябрь — 179 мм. В 2015 году в октябре выпало 392 мм, что в два раза больше нормы.

Меньше нормы выпало осадков в 2003, 2008, 2010, 2012, 2014, 2015, 2017-2020 годах. Таким образом, за исследуемый период десять лет были более дождливыми, другие десять лет более засушливыми.

Среднегодовая температура воды в Сочи — 16,0°C (таблица 1.5).

Наиболее холодная вода в феврале и марте (8,7°C), наиболее тёплая — в августе (25,3°C). В августе температура воды может достигать 29°C, а на мелких участках возле берега и более того.

Купальный сезон в Сочи длится, как правило, с третьей декады мая до середины или конца октября.

Таблица 1.5 — Температура воды в Сочи (°С)

Температура воды в Сочи (1977—2006 гг.)													
Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Абс. максимум, °С	12,9	10,9	12,9	18,4	22,8	26,6	29,5	30,0	27,4	25,0	19,7	15,4	30,0
Средняя температура, °С	9,6	8,7	9,1	11,2	15,2	19,6	24,0	25,3	23,1	19,5	14,9	11,5	16,0
Абс. минимум, °С	5,1	5,6	5,0	7,2	8,1	8,8	10,8	14,8	9,4	10,4	7,2	6,8	5,0

Однако в отдельные годы температура воды комфортна для купания до середины ноября.

Влажность воздуха в среднем за год составляет около 75 %, летом — 76—78 %, а зимой — 71—73 % (таблица 1.6).

Таблица 1.6 — Относительная влажность воздуха в Сочи по многолетним данным (%)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Влажность воздуха, %	73	71	71	74	78	78	78	78	76	75	73	72	75

С марта по апрель относительная влажность постепенно повышается и достигает к концу апреля 75-76 %, в среднем в апреле — 74%. В сентябре-октябре относительная влажность воздуха постепенно снижается и приходит к минимуму в декабре (72 %).

Общая и нижняя облачность и ее наблюдение по месяцам представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 — Облачность в Сочи по многолетним данным (баллов)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Общая облачность	7,7	7,6	7,4	7,6	6,9	5,9	5,2	4,5	4,9	5,7	6,8	7,5	6,5
Нижняя облачность	5,3	4,9	4,5	4,6	3,9	3,2	3,1	2,6	3,1	3,6	4,6	5,4	4,1

Нижняя облачность в среднем составляет 4,1 балла, общая облачность в среднем — 6,5 балла за год. Зимой преобладают облака нижнего яруса, летом — среднего и верхнего.

Для Сочи характерно пасмурное и облачное небо зимой и ясное и малооблачное — летом (таблица 1.8).

Таблица 1.8 — Число ясных, облачных и пасмурных дней при учёте нижней облачности

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Общая облачность	8	8	1 1	1 0	1 2	1 3	1 4	16	1 4	1 4	1 1	8	139
Нижняя облачность	1 2	1 3	1 3	1 4	1 4	1 5	1 6	14	1 4	1 2	1 1	1 3	161
Пасмурных дней	1 0	7	7	7	5	2	2	1	2	5	8	1 0	66

Наименьшее число пасмурных дней в августе, наибольшее — в декабре-январе, небольшое число пасмурных дней — с мая по октябрь.

Суммарная солнечная радиация в Сочи примерно 1462 кВтч/м<sup>2</sup> в год (таблица 1.9).

Таблица 1.9 — Сумма солнечной радиации в Сочи в среднем по многолетним данным (кВтч/м<sup>2</sup>)

Сумма солнечной радиации, кВтч/м												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
44,6	64,4	106,0	130,8	180,4	202,5	217,3	186,0	140,7	95,8	54,3	38,8	1461,6

С мая по август на подстилающую поверхность ежемесячно приходит более 180 кВтч/м, в сентябре чуть меньше. Именно в эти месяцы меньше всего пасмурных дней. Минимум солнечной радиации отмечается в декабре: всего 38,8 кВтч/м<sup>2</sup>.

Для Сочи типичной является безветренная погода или с ветрами небольшой скорости (таблица 1.10).

Таблица 1.10 — Средняя скорость ветра в Сочи (м/с)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Скорость ветра, м/с	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,1	1,9

С апреля по октябрь средняя скорость ветра не превышает 2 м/с. Зимой в среднем скорость не на много больше.

## 1.2 Опасные метеорологические явления района Сочи

Климат Сочи в целом благоприятствует отдыху. Однако, горы и субтропический климат способствуют возникновению опасных явлений и природных катаклизмов.

В таблице 1.11 представлено число дней в среднем по многолетним данным с различными метеорологическими явлениями на территории Большого Сочи.

Таблица 1.11 — Число дней с различными метеорологическими явлениями в Сочи в среднем по многолетним данным (дней)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Дождь	17	15	16	17	15	12	10	9	11	13	15	20	170
Снег	6	4	2	0,3	0	0	0	0	0	0,2	0,9	3	16
Туман	0,3	0,3	1	4	2	0,3	0,03	0	0,1	0	0,1	0,06	8
Гроза	2	0,7	0,7	1	3	7	7	7	8	4	3	2	45
Роса	10	10	16	19	25	26	27	28	27	24	18	12	242
Иней	8	7	4	0,3	0	0	0	0	0	0,2	2	5	27

В таблице видим, что наибольшее число дней в году бывает с дождем или росой. В зимние месяцы при отрицательных температурах может наблюдаться иней, а иногда и в марте при соответствующих метеорологических условиях. Снег довольно редкое явление для Сочи, но в последние годы и в городе отмечались довольно обильные снегопады.

Типичными опасными явлениями для побережья являются штормы и

образование смерчей над морем (рисунок 1.2).

Смерчи в Сочи — это, пожалуй, самый частый и наиболее пугающий неискушенных отдыхающих катаклизм. Смерчи представляют собой сильные вихри в виде вертикальных столбов-воронок, образующихся между грозowymi облаками и поверхностью воды или земли.

Появляются они в основном в августе-сентябре из-за контраста температур воздуха и воды, сопровождаются шквалистым ветром и ливнем. Внутри воронки скорость вращения ветра достигает 40 м/с, а скорость передвижения самого смерча в среднем составляет 50–60 км/ч. Давление в центре смерча низкое, поэтому он засасывает в себя все, что попадает на пути: воду, землю, легкие предметы.

Живут смерчи 10–15 минут, но некоторые задерживаются и до получаса. Одновременно может возникнуть несколько воронок. Обычно наблюдается несколько воронок, «бегущих» одна за другой по морю по направлению ветра. Смерчи в Сочи почти всегда образуются над поверхностью моря, редко выходят на сушу и не представляют опасности. Но, отмечались случаи выхода смерча на берег, в результате чего был нанесен ущерб инфраструктуре пляжа.



Рисунок 1.2 — Образование смерча над морем

Штормы также довольно частое явление на Черноморском побережье

Кавказа (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 — Шторм на Черноморском побережье Кавказа

Во время шторма ветер со скоростью до 30-40 м/с поднимает на воде высокие волны. Штормы в Сочи чаще всего начинаются в конце сентября, когда подходит к концу бархатный сезон. Наиболее сильно море бушует в межсезонье. В этот период высота волн может достигать от 4 до 8 метров. Сила ветра измеряется в баллах: 1 балл — скорость ветра 3–5 км/ч, 7 баллов — 50–60 км/ч, 12 баллов и больше — более 120 км/ч. Шторм начинается с 9 баллов, когда ветер разгоняется до 70–75 км/ч.

Такая сила способна перевернуть товарный поезд, поэтому во время шторма запрещено купание в море. Прогуливаться по берегу тоже

нежелательно, поэтому в дни с штормом отдыхающими выбираются другие развлечения в Сочи.

Кроме смерчей и штормов, в Сочи бывают землетрясения, потому как в недрах относительно молодых гор Кавказа еще продолжают процессы движения литосферных плит. Согласно сейсмической карте, город расположен в зоне, где сила землетрясений может достигать 8–9 баллов, но специалисты посчитали, что так мощно тряхни может примерно один раз в 500 лет. Последнее наиболее сильное землетрясение в Сочи (5,7 баллов) произошло в конце декабря 2012 года. Обычная мощность толчков равна 2–3 баллам и никого не пугает, более того, такое землетрясение жители Сочи даже не замечают. Обычно эпицентр в море.

Иногда даже незначительное землетрясение в совокупности с другими опасными явлениями, такими, например, как сход селей могут привести к значительному экономическому ущербу (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 — Последствия землетрясения

Наводнения в Сочи происходят практически каждый год. Причиной

этому становятся сильные ливни, из-за которых обычно мелководные горные реки превращаются в бурлящие скоростные потоки и выходят из берегов. Затапливает центр города (рисунок 1.4), федеральные трассы, поселки, иногда гибнут люди. Местные жители, в отличие от гостей города, готовы к такому катаклизму.



Рисунок 1.5 — Последствия землетрясения

Грозы довольно частое явление на побережье (рисунок 1.6).

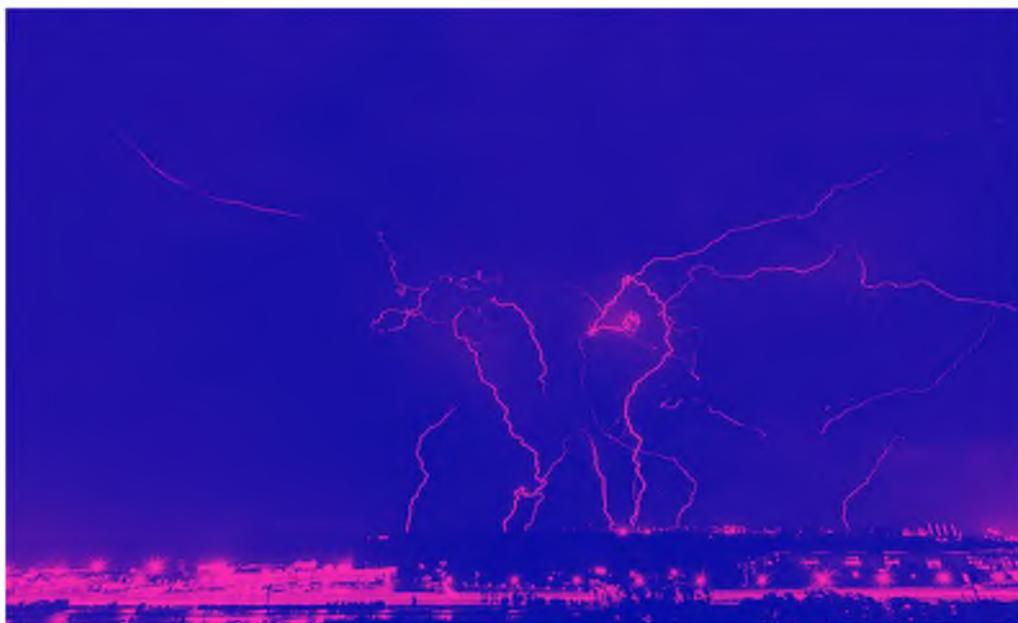


Рисунок 1.6 — Гроза над городом

Обычно грозы сопровождаются штормовым ветром, ливневыми осадками

(дождь или град).

Лавины — это наиболее частое опасное явление, встречающееся в горах (рисунок 1.7)



Рисунок 1.7 — Сход лавины

Сходы лавин в Сочи подстерегают всех любителей гор. Возникают они на высоте от 800 метров над уровнем моря. Наиболее лавиноопасное время — с середины декабря по апрель, как раз во время горнолыжного сезона. Поэтому для обеспечения безопасности на трассах на каждом горнолыжном курорте существует лавинная служба, в задачи которой входит изучение лавин и борьба с ними [1, с.112].

Специалисты предотвращают сход лавин различными способами:

- устанавливают лавинорезы, снегоудерживающие сети;
- проводят взрывные работы;
- применяют артиллерию, а именно пневматические пушки, противолавинные системы.

Все эти меры направлены, прежде всего, на безопасность отдыхающих на

горно-лыжном курорте. При лавиноопасной ситуации работает служба предупреждения, закрывается доступ к лавиноопасным участкам.

Селевые потоки еще одно опасное явление в Сочи, вызываемое продолжительными дождями или кратковременными дождями большой интенсивности.

Сель — это поток огромной силы и скорости из воды, земли, обломков горных пород, камней. Возникает внезапно в бассейнах небольших горных рек из-за сильных ливней или быстрого таяния снегов. Мощный селевой поток, перемещая с водой тонны грунта, смывает и заваливает все на своем пути: деревья, строения, дороги, русла горных рек.

## 2 Статистика опасных явлений и гидрометеорологическое обеспечение информацией на территории г.Сочи

### 2.1 Динамика опасных явлений на исследуемой территории

В первой половине 2013 года отмечалось 17 дней со сходом лавин общим объемом 75658 м<sup>3</sup>. Особенно необходимо выделить случай 8.02.2013, когда в результате схода 19 лавин в районе г. Табунная переместился объем снега в 49500 м<sup>3</sup>.

Значительное число опасных явлений отмечалось в сентябре. В результате прошедших дождей в период с 4 по 9 сентября на левобережье р. Мзымта наблюдался массовый сход селевых потоков.

На участке от ручья Сулимовский до р. Пслух 4 и 5 сентября общий объём сошедших грязекаменных масс по шести ручьям составил 5600 кубометров; 7 и 9 сентября отмечалось в основном стекание обводненных грязевых потоков, лишь по одному ручью 7 сентября сошел грязекаменный поток объёмом около 100 кубометров. Также, 7 сентября в районе форелеводческого хозяйства Адлерский район по одному горному ручью, где отмечалось скопление разрыхленных горных пород образовавшихся в ходе проведения строительных работ, сошёл селевой поток объёмом около 1000 м<sup>3</sup>.

Таблица 2.1 — Число случаев опасных явлений на территории Сочи в 2013 г.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Вид ОЯ													
Сход лавин		6		11								3	20
Сход селевых потоков									2	1			3
Сильный дождь									2				2
Сильный снег												2	2
Дождевой паводок									1				1
Смерч над морем									5	1			6
Шквальное усиление ветра									1				1
Комплекс ОЯ									1	1			2
Число случаев ОЯ		6		11					12	3		5	37

В результате сильного ливня 7.09.2013 г., по данным г/п Казачий Брод с 12 до 13ч выпало 93,8 мм осадков.

24.09.2013 наблюдался комплекс метеорологических явлений (КМЯ): сильный дождь, шквал, гроза, подъемы уровней рек. По данным г/п Казачий Брод выпало 119 мм осадков; по данным МГ Сочи наблюдалось усиление ветра до 19 м/с; на реках Сочи, Мацеста, Хоста, Псеуапсе паводки критериев НЯ, на реках Лоо, Дагомыс, Кепша, Мзымта — критериев ОЯ. Дождь вызвал сход селевых потоков 25.09.2013 по семи ручьям на левобережье р. Мзымта от руч. Сулимовский до р. Пслух. Сели сошли в виде грязекаменной массы. В этот же день наблюдалось шквалистое усиление ветра по данным МГ Сочи до 32 м/с.

В таблице 2.2 представлены случаи с ОЯ в 2014 году.

Таблица 2.2 — Число случаев опасных явлений на территории Сочи в 2014г

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Вид ОЯ													
Сход лавин	8	4	4	7								1	24
Сильный дождь							2		1				3
Сильный снег			1										1
Дождевой паводок							1						1
Смерч над морем							1						1
Шквальное усиление ветра													
Сильное налипание мокрого снега												1	1
Комплекс ОЯ									1	1			2
Число случаев ОЯ	8	4	5	7			4		2	1		2	33

В этом году число дней с опасными явлениями было примерно таким же, как в 2013 году (всего на 4 дня меньше). В основном это были случаи схода лавин. Выделим сход лавины 30.01.2014 г. объемом 3000000 м<sup>3</sup>, в районе

ручья Шумихинский и одновременный сход двух лавин общим объемом 5480 в районе СТК «Горная Карусель».

В июле отмечался случай аномального повышения температуры. По данным АМС Адлер максимальная температура — 36,1°С.

Сильный ливень наблюдался 14.07.2014 г. По данным А-Сочи количество осадков за 1ч -62 мм, АМСГ Адлер -55 мм за 1ч. Через неделю, 21.07.2014 по данным А-Сочи за 1ч выпало 50,9 мм.

В сентябре сильный ливень за 1ч дал 69,0 мм.

24.09.2014 г. наблюдался КМЯ в Краснополянском поселковом округе: АМС Горная Карусель-1500 — количество осадков за ночь 54,4 мм; западный ветер 21 м/с; АМК Кордон Лаура — осадков 51,9мм, гроза, в районе ручья Сулимовский сход селя малого объёма.

В октябре КМЯ — сильный дождь, ливень, гроза, подъем уровня в р.Дагомыс до критерия НЯ (400см) . По данным А-Сочи количество осадков 62,3мм, за 1ч- 27,0 мм, АМС Солох-Аул -46,5 мм, АМС Кичмай - 57мм.

В декабре отмечалось сильное налипание мокрого снега. По данным СФМ Красная Поляна максимальная толщина отложения снега - 96мм.

В 2015 году было значительно меньше дней со сходом лавин (таблица 2.3).

Таблица 2.3 — Число случаев опасных явлений на территории Сочи в 2015 году

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Вид ОЯ													
Сход лавин	6			4								1	11
Сильный дождь						1					1		2
Сильный снег	2											2	4
Дождевой паводок						1					1		2
Сильное налипание мокрого снега	3												3
Комплекс ОЯ								1		1	2		4
Число случаев ОЯ	11			4		2		1		1	4	3	26

Наибольшее их число отмечалось в январе (6 дней), в апреле — 4 и в декабре — 2. В январе и декабре отмечались случаи сильного налипания мокрого снега. По данным СФМ Красная Поляна 7.01.2015 г. максимальная толщина отложения снега - 100мм; 14.01.2015 г. – 100 мм.

В июне (25.06) очень сильный дождь: АМСГ Адлер с 07ч до 11ч — 120 мм осадков, в том числе с 09.09 до 10.09 - сильный ливень — 54 мм за 1ч. По данным АМС Кепша с 00ч до 13ч — 120мм осадков. В этот же день отмечался опасный дождевой паводок. В реке Хоста в 13 ч 30 мин уровень достиг 300 см, максимум в 13 ч 50 м — 319 см (ОЯ 300); р. Западный Дагомыс — в 15ч 30мин уровень составил 450см, и достиг максимума 540 см в 15ч40м (ОЯ450). Наблюдались резкие подъемы воды на малых реках: Херота, Кудепста, Кепша, Псахе, Ордынка с выходом на пойму рек.

В августе, октябре, ноябре отмечались случаи комплексов метеорологических явлений:

— 24.08.2015 на СФМ Красная Поляна: ливень с 05ч. до 06ч. - 37мм/за1 час; гроза; ручей Мельничный (правый приток р. Мзымта в п.Красная Поляна) подъем уровня воды на 2м;

— 2.10.2015 г. на АМС Кичмай ливень с 01ч. до 02ч. - 45мм/за1 час; гроза, осадков за период с 18.00 до 06.00 МСК - 93 мм; сход селя малого объема (15 м.куб.);

— 11.11.2015 в пос.Лазаревское, АМС Лазаревское с 04ч до 11ч. осадков - 58,3мм; гроза; по данным АГК уровень воды в р.Куапсе превысил критерий НЯ.

— 13.11.2015 г. в Лазаревском районе, АМС Солох-Аул с 06ч до 18ч. - осадков 64,5,мм; гроза; уровень воды в р.Западный Дагомыс в 14.30 составил 440 см (НЯ 400).

Очень сильный снег в горной зоне наблюдался 30.12.2015 г. По данным АМС Горная Карусель-1500 за период с 01.00 до 10.00 МСК выпало 23,2 мм, а по данным снеголавинного поста на 2300 м в период с 18.00 29.12 до 06ч 30.12 выпало 28,2 мм. Рассмотрим случаи опасных явлений в 2016 году (таблица 2.4).

Таблица 2.4 — Число случаев опасных явлений на территории Сочи в 2016 г

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Вид ОЯ													
Сход лавин	9	1	2	11								6	29
Сход селевых потоков						1							1
Сильный дождь						1	1		1				3
Сильный снег	4	1								2		1	8
Дождевой паводок						1							1
Смерч над морем									1				1
Аномально низкая температура	2											1	3
Сильное налипание мокрого снега	4	1										1	6
Комплекс ОЯ						1							1
Число случаев ОЯ	19	3	2	11		4	1		2	2		9	53

В 2016 году отмечалось наибольшее число дней со сходом лавин за исследуемый период. Всего за год сошло 376 612 м<sup>3</sup> снега. В январе было 9 дней с этим опасным явлением, сошло 19 лавин общим объемом 73322 м<sup>3</sup>, из которых самым минимальным был сход 6.01.2016 г. — 50 м<sup>3</sup>, самым мощным сход 20.01.2016 г. — 30000 м<sup>3</sup>. В феврале в один день (2.02) сошли 4 лавины общим объемом 31750 м<sup>3</sup>. В марте сход 2 лавин в один день общим объёмом 4755 м<sup>3</sup> на СТК Горная Карусель. В апреле за 11 дней сошли 42 лавины общим объемом 214435 м<sup>3</sup>. В декабре 11 лавин за 6 дней объемом 47350 м<sup>3</sup> за месяц.

В этом году отмечено два дня с аномально низкой температурой. По данным АМС Магри в 23.30 МСК температура воздуха опустилась до -10,4 °С, минимальная в 08.00 2 января -12,0°С; в 21.00 МСК температура воздуха -10,1°С, минимальная -12,4. АМС Солох-Аул в 21.36 -10,0°С, минимальная в 01.16 -10.8°С.

В январе также отмечались интенсивные снегопады и налипание мокрого снега. По данным СФМ Красная Поляна 5.01.2016 г. максимальная толщина отложения снега – 104 мм; 7.01 — 100 мм; 13.01 — 110 мм на Кордоне Лаура.

В мае, августе и ноябре опасных явлений не наблюдалось.

Рассмотрим случаи ОЯ в 2017 году (таблица 2.5).

Таблица 2.5 — Число случаев опасных явлений на территории Сочи в 2017 г.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Вид ОЯ													
Сход лавин	1	4	4	9	2						2	2	24
Сильный дождь								1		1			2
Сильный снег	1	2											3
Дождевой паводок					5								5
Смерч над морем								1					1
Аномально низкая температура	1	1											2
Аномально высокая температура							3						3
Комплекс ОЯ								2		1			3
Число случаев ОЯ	3	7	4	9	7		3	4		2	2	2	43

В конце января 2017 года было всего два дня с опасными явлениями. По данным АМС Кепша 30.01 в 23.10 МСК температура воздуха -10,3°C, АМС Магри в 02.00 -10,0 °С. В этот же день сход одной лавины объемом 2250 куб.м. на СТК Горная Карусель.

31.01 по данным АМС Кепша в 07.20 МСК температура воздуха -10,0 °С; сильный снег — по данным М-2 Сочи количество осадков за период с 18.00 до 02.03ч составило 24,1мм.

01.02 по данным АМС Кепша в 02.40 МСК температура воздуха -10,1°C, мин. в 07.40 -12,2 °С; 171.02 АМС Кепша в 05.20 МСК температура воздуха -11,1.

В июле 2017 года наблюдали дни с аномально высокой температурой:

— 2.07 - по данным АМС Кичмай температура воздуха в 16.00 достигла 36,1 °С;

— 4.07 - по данным АМС Кичмай температура воздуха в 10.50 достигла 36,1 (максимальная 36,6°С в 11.10);

— 27.07 - по данным АМС Кепша максимальная температура воздуха в 14.20 достигла 36,6 °С, АМС Лазаревское — 36,4 °С, АМСГ Адлер — 36,3 °С.

28.07 - СФМ Красная Поляна +37,3 °С; АМС Кепша +37,8 °С; М-2 Сочи +36,9 °С; АМС Лазаревское +37,5 °С.

Конец августа 2017 г (29.08) осложнен комплексом метеоявлений:

— по данным АМСГ Адлер в период с 03.35 до 04.35 отмечен град 10 мм, шквалистое усиление ветра до 26 м/с, гроза, количество осадков 38 мм;

— по данным АМС Кепша за период с 10 до 15.50 количество осадков 127,4мм;

— по данным АМСГ Адлер в 14.30 -15.40 отмечено формирование серии смерчей над морем достигающих поверхности воды;

— по данным СФМ Красная Поляна наблюдался ливень, в период с 14,00 до 15,00 выпало 26,2мм, с 15.00 до 16.00 -25,2мм, отмечена гроза, произошел сход селей малого объема (до 50 куб.м.).

Опасные явления в 2021 г. в зимний период схожи с предыдущим годом, но сход лавин наблюдался только в первые три месяца и, затем в декабре (таблица 2.6).

Таблица 2.6 — Число случаев опасных явлений на территории Сочи в 2021 году

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Вид ОЯ													
Сход лавин	5	1	6									2	14
Сход селевых потоков											1		1
Сильный дождь							1	1	3	5	1		11
Дождевой паводок		1							1	1	1		4
Смерч над морем									4				4

Продолжение таблицы 2.6

Аномально высокая температура						1	1						2
Сильное налипание мокрого снега			1									1	2
Комплекс ОЯ									1	3			4
Число случаев ОЯ	5	2	7			1	2	1	9	9	3	3	42

Лето было таким же жарким, как и в предыдущем году. Уже 28 июня по данным АМС Кепша максимальная температура воздуха +36,8 в 15.00 МСК, +37,0 в 15.50 МСК. А 25.07 по данным АМС Кичмай максимальная температура воздуха +37,3 в 15.10 МСК.

Июль, август и все осенние месяцы были дождливыми. Интенсивные осадки являлись причиной возникновения других опасных явлений.

Так, по данным М-2 Сочи 15 июля за час (13.30 до 14.30 МСК) выпало 69,4 мм осадков; 3 августа по данным АМС Лазаревское в период с 13.00 до 14.00 МСК количество осадков 61,3 мм; 1 сентября по данным АМСГ Адлер — 02.15-03.15 МСК количество осадков 66,2 мм.

В середине сентября комплекс метеорологических явлений наблюдался на территории Большого Сочи от Магри до Адлера.

15 сентября по данным АМС Магри с 04.00 до 06.00 наблюдались сильный дождь 49,0 мм, активная грозовая деятельность. По данным обследования специалистами отдела гидрологии суши, утром 15 сентября на р. Макопсе (Лазаревский р-н МО г.Сочи) наблюдался подъем уровня воды до отметки НЯ. На автодорогу к аулу Наджиги произошел сход селевых потоков малого объема. По данным М-2 Сочи в период 06.16 - 06.21 МСК наблюдался смерч на юго-западе над морем. 16 сентября:

— по данным М-2 Сочи в период 06.20 - 07.20 МСК количество осадков 50,8 мм.

— по данным АМС Кепша в период 06.00-18.00 выпало 137,8 мм.

— по данным АМС Горная Карусель-1500 в период 06.00-18.00 выпало 84,3 мм.

Из-за сильных осадков, наблюдавшихся в г. Сочи 16.09.2021г, произошли резкие подъемы уровней воды с выходом воды на пойму в реках: Чахцуцир, руч. Сумария (Гумария), Восточный Дагомыс. На реке Восточный Дагомыс из-за высоких уровней наблюдалась значительная деформация берегов.

25.10.2021 г. по данным ГП -1 Казачий Брод (р. Мзымта) максимальный уровень на 08ч мск составил 382 см (критерий ОЯ 380 см). По данным ГП- 1 Хоста (р. Хоста) максимальный уровень на 08ч мск составил 374 см (критерий ОЯ 300 см). По данным ГП- 1 Дагомыс (р. Западный Дагомыс) максимальный уровень на 08ч мск составил 614 см (критерий ОЯ 570 см). По результатам обследования факт опасного паводка подтверждается на следующих реках: Макопсе (Лазаревский р-н), Аше (Лазаревский р-н), Херота (Адлерский р-н).

В этот же день:

— в период с 18.00 до 6.00 мск по данным ГП-1 Казачий брод (р.Мзымта) количество осадков 127,4мм;

— по данным АМС Солох-Аул наблюдался сильный дождь, с 18.00 24.10 до 06.00 25.10 количество осадков 95 мм, сопровождавшийся грозовой деятельностью; максимальный уровень воды на р.Шахе составил 585 см (критерий НЯ 580 см).

01.12.2021г., определено, что в утренние часы 29.11.2021г. в пос. Татьянавка Лазаревского района г.Сочи, по ручью щель Яблонского произошёл сход наносов одного селевого потока малого объёма.

30.11.2021г. факты опасных паводков подтверждены по р. Псезуапсе, р. Бзогу, р. Макопсе, ручей б/н в пос. Отрадное, р. Цусхвадж.

За рассматриваемый период наибольшее число дней (29 дней) с этим ОЯ отмечалось в 2016 году, наименьшее — в 2015 году (11 дней). Ежегодно возникали опасные явления из-за непродолжительных, но интенсивных осадков: повышение уровня воды в руслах малых рек выше отметки критерия НЯ, в отдельные годы сход селевых потоков. На рисунке 2.1 повторяемость ОЯ

по годам.

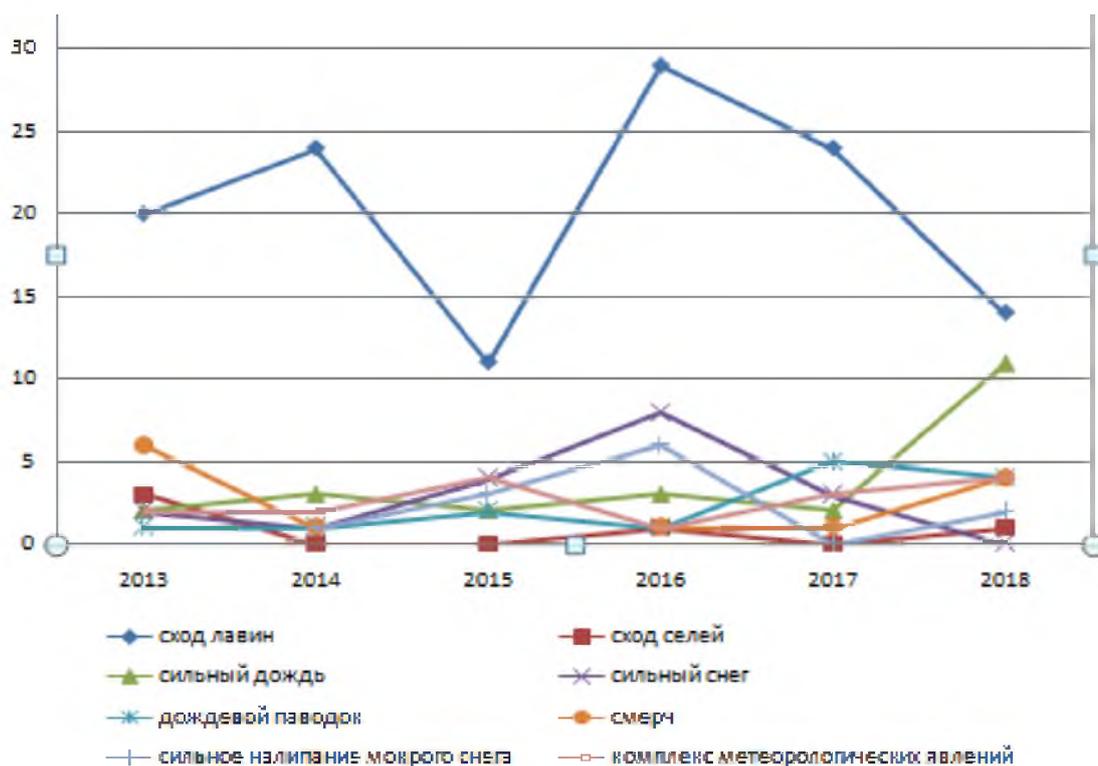


Рисунок 2.1 — Число случаев опасных явлений за 2013-2021 гг. на территории Большого Сочи

Сводные данные в таблице 2.7 позволяют сделать вывод о том, что из опасных явлений на территории Большого Сочи наибольшую повторяемость имеет такое опасное явление, как сход лавин.

Таблица 2.7 — Число случаев опасных явлений на территории Сочи в 2013-2021 году

год	2013	2014	2015	2016	2017	2021	Всего случаев за период
Вид ОЯ							
Сход лавин	20	24	11	29	24	14	122
Сход селевых потоков	3			1		1	5
Сильный дождь	2	3	2	3	2	11	33
Сильный снег	2	1	4	8	3		18
Дождевой паводок	1	1	2	1	5	4	14
Смерч над морем	6	1		1	1	4	13
Шквалистое усиление ветра	1					2	3
Аномально низкая температура				3	2		5

Продолжение таблицы 2.7

Аномально высокая температура					3	2	5
Сильное налипание мокрого снега		1	3	6		2	12
Комплекс ОЯ	2	2	4	1	3	4	16
Число случаев ОЯ за весь период	37	33	26	53	43	45	236

Аномальные значения температуры наблюдаются не каждый год.

В 2017 году и зимой и летом были случаи с аномальными для исследуемой территории значениями температуры воздуха.

В 2016 году было три дня с аномально низкой температурой, а в 2021 году два дня с аномально высокой температурой.

Характерным для исследуемой территории является наблюдение одновременно возникших метеорологических явлений, либо имеющих причинно-следственную связь, которые в комплексе могут быть опасными и нести ощутимый экономический ущерб. Ежегодно такое наблюдается хотя бы один раз.

## 2.2 Гидрометеорологическое обеспечение информацией на территории г.Сочи

ФГБУ «Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей» является учреждение Федеральной службы Росгидромет.

Территорией ответственности центра является территория муниципального образования город-курорт Сочи, включая горную зону.

Одной из главных задач учреждений Росгидромета является прогнозирование и обнаружение опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), предупреждение органов государственной власти, органов управления РСЧС, Вооруженных Сил РФ, отраслей экономики и населения об этих

явлениях с целью предотвращения гибели людей и снижения экономического ущерба [15, с. 54].

Для выполнения задачи круглосуточно функционирует наблюдательная сеть, состоящая из метеостанций, в том числе автоматических, гидрологических постов, метеорологического лоатора.

Дежурные прогнозисты отдела метеопрогнозов и снеголавинного отряда в круглосуточном режиме отслеживают развитие синоптической и лавинной обстановки.

Опасное гидрометеорологическое явление ОЯ (новая формулировка)-явление, которое по своей интенсивности (силе), масштабу распространения и продолжительности оказывает или может оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую среду и привести к значительному материальному ущербу.

К ОЯ также относится комплекс метеорологических явлений (КМЯ), каждое из которых по интенсивности (силе) и/или продолжительности не достигает критерия отдельного ОЯ, но близко к нему.

Неблагоприятное гидрометеорологическое явление (НЯ) — явление, которое значительно затрудняет или препятствует деятельности отдельных отраслей экономики и может нанести материальный ущерб, но по своим количественным значениям не достигает критериев ОЯ (таблица 2.8).

Таблица 2.8 — Перечень опасных природных гидрометеорологических явлений для территории ответственности ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» — МО город-курорт Сочи

	Название	Характеристика и критерий или определение ОЯ
1	Очень сильный ветер (в том числе шквал, ураганный ветер)	Ветер при достижении скорости при порывах не менее 30 м/с.
2	Смерч	Сильный маломасштабный вихрь с вертикальной осью в виде столба или воронки любой интенсивности, направленный от облака к подстилающей поверхности.

Продолжение таблицы 2.8

3	Очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом)	Значительные жидкие или смешанные осадки (дождь, ливневой дождь, дождь со снегом, мокрый снег) с количеством осадков не менее 120,0 мм за период не более 12 часов, в горной части не менее 80,0 мм.
4	Сильный ливень (сильный ливневый дождь)	Количество осадков не менее 50,0 мм за период не более 1 часа
5	Очень сильный снег	Значительные твердые осадки (снег, ливневый снег). Количество осадков не менее 20,0 мм за период не более 12 часов
6	Продолжительный сильный дождь	Дождь с короткими перерывами (суммарно не более 1 ч) с количеством осадков не менее 200,0 мм за период времени более 12 ч, но менее 48 ч, или 220,0 мм за период времени более 2 суток но менее 4 суток
7	Крупный град	Град диаметром не менее 20мм
8	Сильный гололед	Диаметр отложения льда на проводах гололедного станка не менее 20 мм
9	Сильное гололедно – изморозевое отложение, налипание мокрого снега.	Диаметр гололедно-изморозевого, сложного отложения или отложение мокрого (замерзающего) снега на проводах гололедного станка не менее 50 мм, в горной части МО город - курорт Сочи- 80мм.
10	Сильный туман (сильная мгла)	Сильное помутнение воздуха за счёт скопления мельчайших частиц воды (пыли, продуктов горения), при котором значение метеорологической дальности видимости не более 50 м продолжительностью не менее 12ч
11	Сильная метель	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром, метеорологической дальностью видимости не более 500 м, продолжительностью не менее 12ч
12	Сход снежных лавин	Лавинная опасность – сход лавин, наносящих значительный ущерб хозяйственным объектам или создающий опасность населенным пунктам.
13	Сильный мороз	В период с ноября по март минимальная температура воздуха: -10,0 <sup>0</sup> С и ниже на Черноморском побережье в прибрежной зоне МО город-курорт Сочи, -20,0 <sup>0</sup> С и ниже в предгорьях и низких горах МО город-курорт Сочи
14	Аномально холодная погода	С ноября по март в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха ниже среднедекадной нормы на 10 градусов и более.
15	Сильная жара	В период май-сентябрь максимальная температура воздуха: +36 <sup>0</sup> и выше
16	Чрезвычайная пожароопасность	Показатель пожарной опасности относится к 5 классу (10000 <sup>0</sup> С и более по формуле Нестерова)

При угрозе возникновения ОЯ прогностические подразделения выпускают штормовые предупреждения, в которых указывается, какое явление или комплекс явлений ожидается, ожидаемое время возникновения и территория распространения явления (рисунок 2.2).

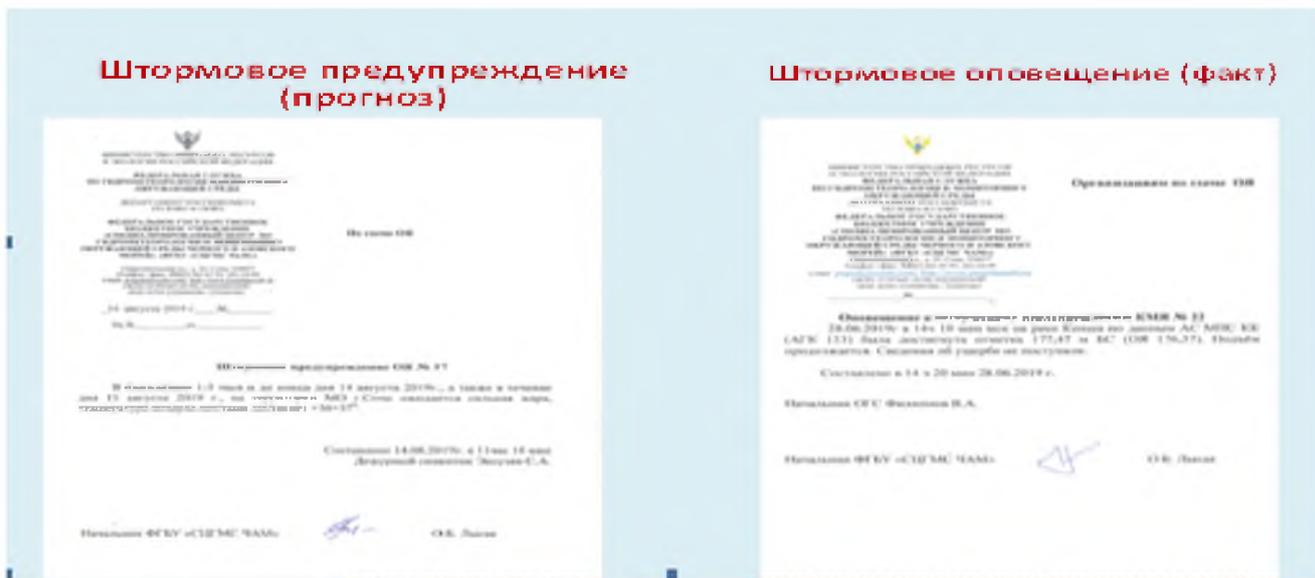


Рисунок 2.2 — Примеры передачи опасных явлений [22]

При получении информации о возникновении ОЯ, незамедлительно составляется штормовое оповещение с указанием времени, места возникновения явления и прогноза продолжительности, максимальных значениях характеристик и о возможности распространения его на другие районы.

При получении информации об экстремально высоком загрязнении окружающей среды организуется выезд специалистов лаборатории на отбор проб в зоне загрязнения, проводятся необходимые анализы проб, составляются донесения.

Снеголавинный отряд СЦГМС ЧАМ осуществляет мониторинг снеголавинной обстановки в Краснополянском поселковом округе и на автодороге А-149 Адлер - Красная Поляна, составляет фоновые прогнозы лавинной опасности по всей горной зоне территории Сочи, составляют штормовые предупреждения при наличии лавинной опасности. Также отряд

работает на двух объектах: СТК «Горная карусель» и ГЛК «Альпика-Сервис». Для этих территорий составляются локальные прогнозы лавинной опасности, на объекте «Альпика Сервис» проводятся предупредительные контролируемые спуски лавин.

Вся экстренная информация (штормовые предупреждение и штормовые оповещения, донесения об ЭВЗ) немедленно доводятся до органов управления РСЧС, исполнительной власти муниципального образования и других получателей информации в соответствии с утвержденной «Схемой» (рисунок 2.3).

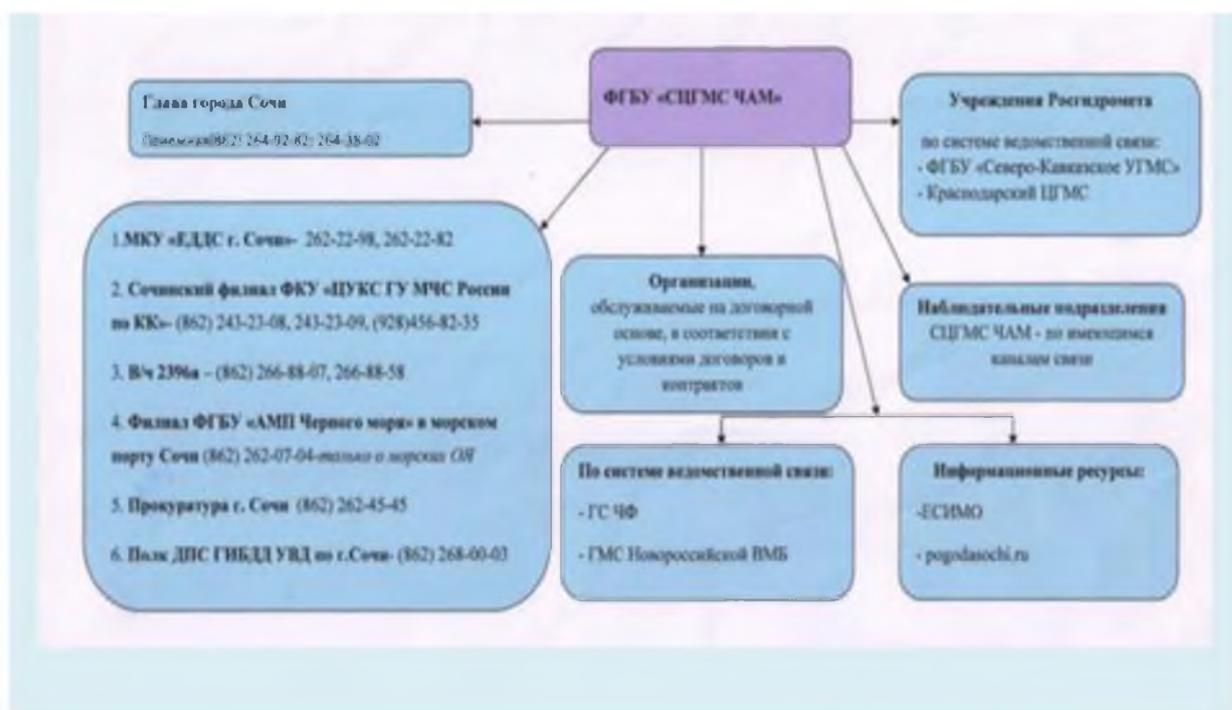


Рисунок 2.3 — Адресаты получения экстренной информации ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» [22]

В соответствии с утвержденной и согласованной схемой доведения, ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» напрямую передает штормовые предупреждения и штормовые оповещения в следующие адреса: Главе города Сочи, в ЕДДС г. Сочи, в Сочинский филиал ЦУКС ГУ МЧС России по Краснодарскому краю, в морпорт, в ГИБДД, в погранкомендатуру, в Прокуратуру города. Также, по действующему соглашению, администрации с. Кичмай, и по договорам – в некоторые организации и санатории города. Дальнейшее доведение штормовой

информации до оперативных служб города, организаций и населения осуществляет ЕДДС (Единая дежурно-диспетчерская служба) г. Сочи.

Прогнозисты (синоптики, гидрологи и лавинщики) составляют прогнозы для территории Сочи, анализируя огромный объем различной информации. В первую очередь, это данные наблюдательной сети Росгидромета (метеостанции, в т.ч. автоматические, гидрологические посты, метеолокаторы, аэрологические станции - пункты радиозондирования атмосферы). Кроме того, используются данные метеорологических искусственных спутников Земли. Все эти сведения являются также исходными данными для расчетов различных моделей атмосферы [9].

Для южной части европейской территории нашей страны в Гидрометцентре России делают расчеты по модели COSMO-RU с шагом 2 км, отдельно для Сочи – с шагом 1 км.

Синоптики используют расчеты моделей как основу при составлении прогнозов по своей территории, учитывая при этом местные погодообразующие факторы. А на территории Сочи таких факторов много, именно поэтому мы говорим о том, что наша территория – одна из самых сложных в России для прогнозирования. Наиболее наглядными примерами являются наши два фактора, прямо противоположно воздействующих на процессы в атмосфере:

Когда воздушные потоки имеют юго-восточное направление, из-за наличия Гагринского хребта, на территории Сочи наблюдается так называемый «фёновый эффект»: переваливающий через хребет воздух значительно нагревается и «иссушается», мы наблюдаем резкое повышение температуры воздуха и низкую влажность. Из-за этого приближающаяся к побережью облачность «размывается», становится неактивной, практически не дает осадков.

Когда же направление ветра меняется на юго-западное, западное, перпендикулярное к горным хребтам, происходит обратный процесс: при подходе к горам воздух начинает подниматься, облачность развивается и

активизируется. И мы получаем ливни, грозы, зачастую шквалы и град. Летом и осенью, когда вода в море основательно прогрета, при поступлении холодного воздуха создаются условия для резкой активизации погодных процессов.

Именно этот период года опасен интенсивными ливнями, приводящими к быстрому подъему уровня воды в реках и развитию стремительных паводков, формированию смерчей над морем. К сожалению, даже самые подробные численные модели сейчас еще не способны просчитать и учесть все нюансы протекания погодных процессов. Это одна из основных причин ошибок прогнозов и штормовых предупреждений. И, тем не менее специалисты-прогнозисты обладают достаточным опытом, хорошо знают местные особенности и прилагают значительные усилия, чтобы предоставлять оперативным службам города максимально точную информацию.

### 3 Основные типы синоптических процессов возникновения опасных явлений

#### 3.1 Условия возникновения опасных явлений

При антициклонической циркуляции над морем наблюдаются устойчивые и сильные восточные и северо-восточные ветры, обуславливающие преобладание сравнительно холодной и сухой погоды (рисунок 3.1).

- 1 *Северо-восточный тип.* Район Черного моря оказывается на юго - восточной периферии обширного антициклона с центром над западными районами европейской территории России.
2. *Восточный тип.* Центр антициклона в этом случае расположен над центральными районами европейской территории России, а над Средиземным морем и над Турцией развивается циклоническая деятельность.
3. *Юго-восточный тип.* Антициклон расположен над Казахстаном и восточными районами европейской территории России, а отрог его распространяется на запад.
4. *Юго-западный тип.* Над Балтийским морем наблюдается циклоническая деятельность. С Балтийского моря на Балканский полуостров направлена ложбина циклона..
5. *Западный тип.* Всю северную и восточную часть Европы занимает депрессия. Над центральными районами европейской территории России развивается циклоническая деятельность.
6. *Северо-западный тип.* Над Западной Европой располагается антициклон, отрог которого направлен на Балканский полуостров; на юго-востоке европейской территории России наблюдается циклоническая деятельность.
7. *Северный тип.* Обширный антициклон занимает Западную Европу; над Кавказом, Каспийским морем и над восточной частью Черного и Азовского морей развивается циклоническая деятельность.
8. *Циклонический тип* возникает при смещении циклонов на центральную часть Черного моря. Над европейской территорией в это время располагается антициклон.
9. *Малогradientное поле.* Для этого типа погоды характерны неустойчивые слабые ветры в открытом море, повсеместное развитие бризов, днем кучевая облачность над сушей, местные грозы

Рисунок 3.1 — Типы циклонической ситуации над морем [5, с.28]

Отличительной чертой климата Сочи является большая повторяемость опасных явлений (ОЯ) и комплекса метеорологических явлений (КМЯ) в среднем около 40 случаев в год.

Условия рельефа благоприятствующий возникновению больших скоростей восходящих движений воздуха насыщенных влагой.

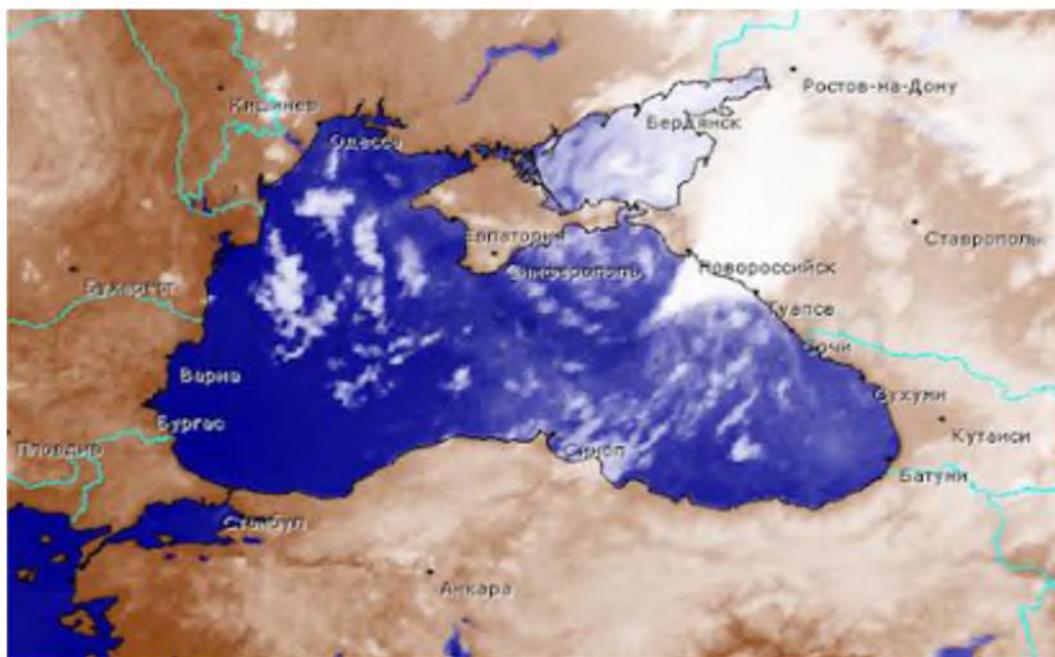


Рисунок 3.2 — Движение воздушных масс над Черным морем

Наибольшее количество ОЯ и КМЯ наблюдается в холодные и переходные периоды года. В холодную половину года на европейской территории преобладает северо-западная и юго-западная циркуляция воздуха. Черное море лежит на пути средиземноморских циклонов, так же циклонов смещающихся с северо-запада на юг, с ними связаны холодные вторжения арктического воздуха на Черноморское побережье Кавказа уже с ноября месяца [24, с. 22].

Все эти процессы и являются причиной выпадения сильных осадков, критерием ОЯ и КМЯ, так же паводками на реках достигающими критериев ОЯ, налипание мокрого снега на высоковольтные провода и деревья.

В теплую половину года циркуляция воздушных масс ослаблена, циклоническая деятельность затухает. Летом и осенью, когда вода в море основательно прогрета, при поступлении холодного воздуха на акваторию

Черного моря связанное с холодными фронтами в тылу и смещающихся с северо-запада циклонов, создаются условия для резкой активации погодных процессов.

Направление ветра меняется на западное и юго-западное перпендикулярно к горным хребтам, воздух начинает подниматься, облачность развивается и активизируется, в следствие чего мы получаем ливни ОЯ и КМЯ, грозы, шквалы и град.

Именно этот период опасен интенсивными ливнями, приводящими к быстрому подъему уровня воды в реках до уровня ОЯ и выше, развитию стремительных паводков, формированию смерчей над морем. Очень характерным по количеству ОЯ сильных ливней в теплую половину года нужно отметить 2021 год. Всего ОЯ 24 шт. без учета сошедших лавин в кол-ве 14 шт.

Это колоссальное количество для территории одного муниципального образования.

Необходимо отметить большое кол-во сильных ливней в теплую половину 2021 года, особенно редкое явление 5 случаев выпадения осадков за 1 час более 50мм.

Из всех наблюдавшихся ОЯ в 2021 году был не предусмотрен штормовым предупреждением 1 случай сильного ливня, когда 15 июля в центральном районе г. Сочи за час выпало 69 мм осадков. В результате были подтоплены отдельные участки автодорог, придомовые территории, подвалы некоторых частных домов. Поэтому своевременное оповещение об опасных явлениях играют очень важную роль в минимизации ущерба для населения и инфраструктуры города.

В настоящее время изучены условия возникновения сильных ветров в прибрежной зоне территории Сочи. В прибрежной зоне сильными ветрами бывают ветры юго-восточного и северо-западного румбов. В предгорной зоне повторяемость сильных ветров невелика. В горах наблюдается частая повторяемость сильных ветров в высокогорье, особенно вблизи вершин и гребней хребтов. По данным ТДС Аибга, расположенной на хребте Аибга на

высоте 2225 м, за период наблюдений с 2004 по 2008 годы отмечалось от 1 до 8 случаев в год усиления ветра более 30 м/с, а максимум скорости составил 55 м/с.

В прибрежной зоне наиболее часто сильные ветры наблюдаются в холодное полугодие с ноября по апрель, наибольшая их повторяемость в январе и феврале. В большинстве случаев сильного ветра скорость порывов составляет 15-20 м/с. Ветры со скоростью более 20 м/с наблюдаются редко.

### 3.2 Динамика развития снежного покрова в 2020-2021 и противолавинные мероприятия

Снеголавинные наблюдения в отчетном периоде обеспечивали выполнение следующих основных задач:

- изучение условий снегонакопления в лавиносборах, а также физико-механические состояния снежной толщи, включая исследования процессов перекристаллизации снега;
- изучение режима лавинообразования;
- создание информационной базы для последующего анализа, расчетов и прогнозов.

Проводились натурные измерения высоты снега сотрудниками снеголавинного отряда по установленным стационарным снегомерным рейкам.

Наблюдения за стратиграфией и процессами трансформации снежной толщи, которые приводят к возникновению опасных горизонтов, формирующих лавины, были организованы на семи стационарных площадках, а также при проведении маршрутных наблюдений.

Камеральная обработка полевых данных выполнялась сразу после проведения наблюдений. Данные заносятся на электронный носитель в таблицы установленного образца: стратиграфических наблюдений в снежных шурфах (КС-3), высоты снежного покрова (КС-4) и регистрации снежных лавин

(КС-5).

При описании характеристик снежной толщи определялись: характер контактов между слоями, вид снега, влажность, тип и размеры кристаллов, плотность, температура каждого слоя.

Описание и регистрация сошедших лавин осуществлялась на основе визуальных обследований в соответствии с Руководством [19,20]. Лавины фиксировались при ежедневном осмотре лавинных очагов при маршрутном характере обследования территории. Наиболее значимые лавины зимнего сезона 2021-2022 гг., зарегистрированные сотрудниками Снеголавинного отряда в лавиносборах, угрожающих территории курорта «Красная поляна»

В лавиносборах, угрожающих территории курорта «Красная поляна», проводилась ежедневная снегомерная съёмка по 23-м установленным снегомерным рейкам. Результаты наблюдений заносились в книжку КС-4 на электронный носитель в таблицу установленного образца.

Особенности помесечной динамики снежного покрова на территории курорта «Красная поляна» отражает график высоты снежного покрова по данным Дистанционных снегомерных реек №№ 2, 7 и 12, установленных в Центральном секторе на высотной отметке 2000, 1500 и 1000 м н.у.м. соответственно (рисунок 3.3).

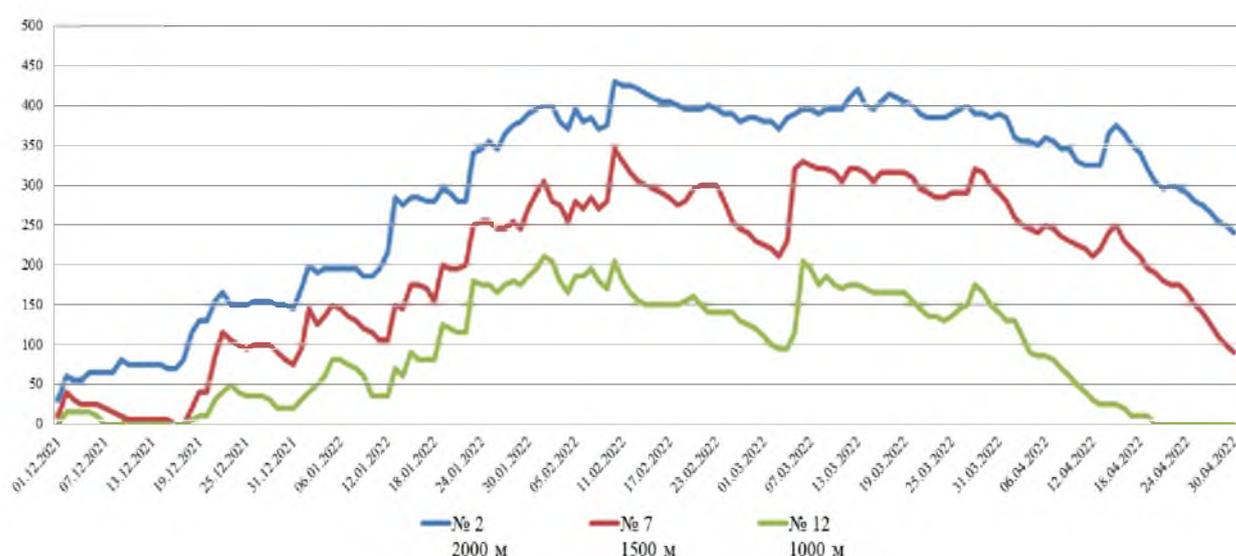


Рисунок 3.3 — Динамика развития снежного покрова зимнего сезона 2021-2022 гг.

В таблице 3.1 приведены максимальные и минимальные значения высоты снега в пригребневой зоне по рейке №2, установленной в Центральном секторе курорта «Красная поляна» на высоте 2000 м н.у.м.

Таблица 3.1 — Средние, максимальные и минимальные значения высоты снега по рейке № 2.

Месяц	Среднее значение, см	Максимальное значение, см	Минимальное значение, см
Декабрь	100	165	30
Январь	270	395	170
Февраль	395	430	370
Март	395	420	370
Апрель	320	385	240

Максимальное снегонакопление в зимнем сезоне 2021-2022 гг. было отмечено в феврале 2022 г. Как видно из таблицы 3.1, средняя высота снега составила 395 см, а максимальное значение по снегомерной рейке достигло 430 см.

Особенности ежедневной динамики снеговой линии на территории курорта «Красная поляна» отражены на рисунке 3.4.

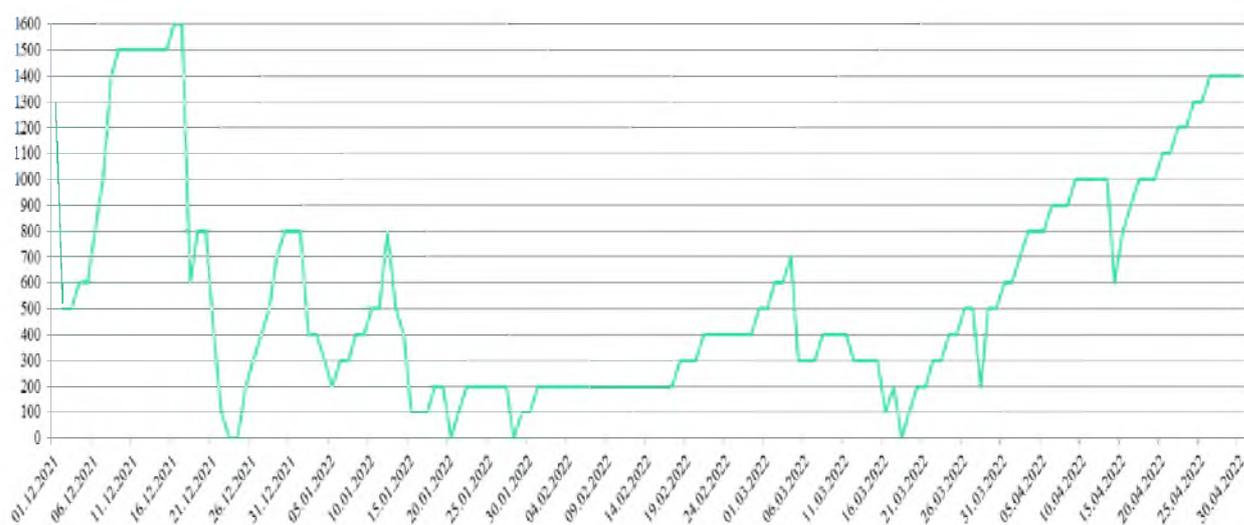


Рисунок 3.4 — Высота снеговой линии над уровнем моря в зимнем сезоне 2021-2022 гг. (м)

Анализ стратиграфии снежного покрова является важным этапом при исследовании снежной толщи. При определенных условиях в ней возникают разрыхленные слои (ЛОС – лавиноопасный слой), нередко являющиеся причиной схода снежных лавин [11, с. 114]. Поэтому необходимо знать структурные особенности снежного покрова, на основе которых составляются локальные лавинные прогнозы. За отчетный период был пройден 151 шурф, из них 76 на стационарных площадках и 75 на различных высотных уровнях и экспозициях в пределах территории курорта «Красная поляна».

Определение свойств снега в шурфах и построение по ним стратиграфических колонок проводилось в соответствии РД52.37.889-2021 «Руководство по снеголавинным и снегомерным работам в горах» [20] и Международной классификацией для сезонно-выпадающего снега.

На день начала наблюдений за снеголавинной обстановкой на территории курорт «Красная поляна» (01.12.2021 г.), сформировался устойчивый снежный покров со средней высотой 30 см по трём снегомерным суточным рейкам (№№1,2,3 установленным на абс. отм.2100, 2000, 1900 м н.у.м.).

Первый снегопад принес 45 см снега (без учета усадки) на высоте 1500 м над у.м. Дальнейшее потепление температуры воздуха днем и ночное выхолаживание сформировало слои таяния/замерзания значительной толщины (Шурф №М1) (рисунок 3.5). Данные слои могут представлять опасность, так как свежавыпавший снег плохо с ними связывается, но снегопад 17-18 декабря начался с положительных температур, что благоприятно повлияло на связывание слоев свежавыпавшего снега с данными слоями. Уровень лавинной опасности после снегопада был умеренный.

Январь ознаменовался низкими температурами и обильными осадками. Суммарно за январь выпало 423,3 мм осадков, что составило по срочной рейке 821 см снега на высоте 1500 м н.у.м. Из-за низких температур снег выпадал низкой плотности 0,05 г/см<sup>3</sup>. При этом высокая мощность снежного покрова (до 295 см в среднем по трем рейкам №№ 1,2,3) позволяла сохранить невысокий градиент температур между слоями, не давая образовываться фасеточным

формам кристаллов на всех наблюдаемых высотах. Основную проблему составляли лавины «из точки» из свежевывавшего снега, которые формируются из-за того, что свежий снег не успевает уплотниться и связаться между собой, до достижения критической нагрузки сверху продолжающимся снегопадом. Снег сохранял низкую плотность на значительных глубинах и открытие курорта не всегда было возможно даже на средних высотах.

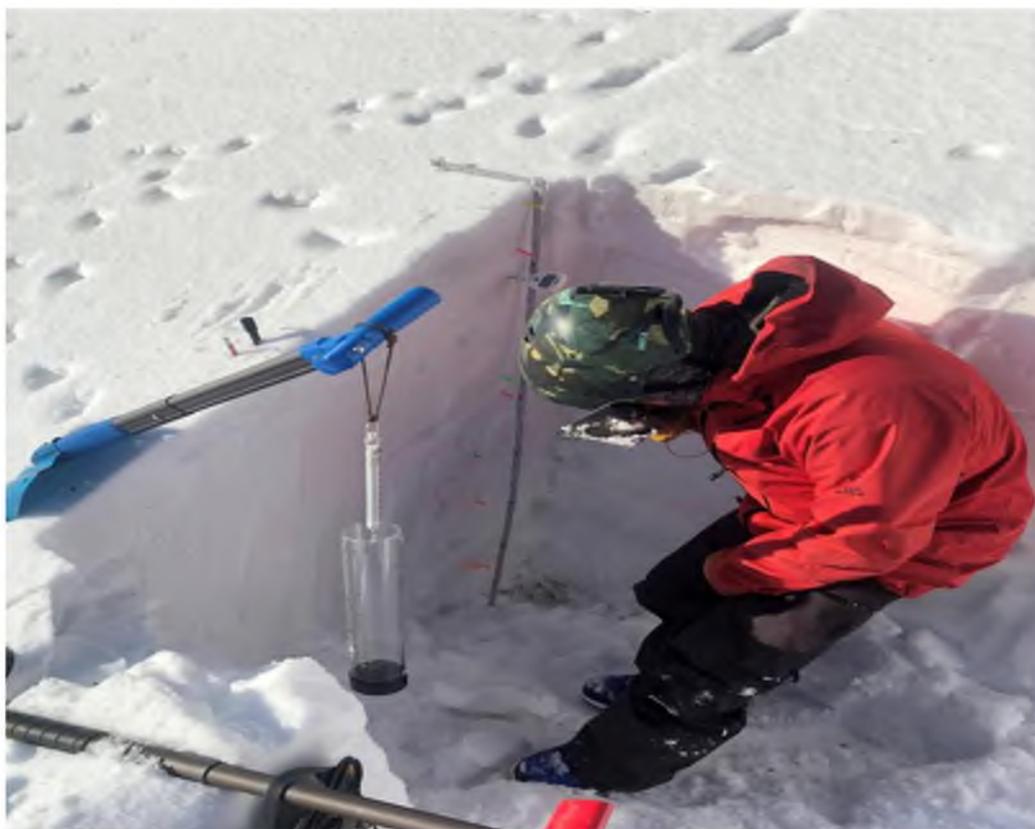


Рисунок 3.5 —Шурф стационарный № 2-3 от 22.12.2021 г.

В течение большей части февраля стояла достаточно стабильная погода, происходило интенсивное уплотнение нижних слоев снега. Плотность снежного покрова на глубинах более 100 см превышала  $0,4 \text{ г/см}^3$ . При таких высоких плотностях отсутствовала вероятность схода лавин больших объемов, наблюдение было сосредоточено на верхних слоях снежного покрова. В результате снегопада №20, 08.02.2022 г., сходили снежные доски из свежевывавшего снега, без вовлечения слоев старого снега. После этого снегопада на протяжении десяти дней стояла ясная и холодная погода, что привело к образованию корки на восточных экспозициях и поверхностной

изморози на северных и западных экспозициях. На устойчивости свежавыпавшего позднее снега это практически не отразилось. В последних числах февраля наблюдалось резкое непродолжительное потепление, 24 февраля температура на МП 1500 достигала  $9,3^{\circ}\text{C}$ , из-за чего верхние 50 см снежного покрова стали рыхлыми и влажными (Шурф №38), что спровоцировало сходы незначительных мокрых лавин и «улиток» (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 — Лавина № 99 от 26.02.2022 г.

К началу марта начала падать температура одновременно с выпадением осадков и влажные приповерхностные слои охладились и спрессовались, образовав корку.

Март характеризовался холодной погодой с обильными снегопадами. Суммарно за март выпало 391 см свежавыпавшего снега по срочной рейке на МП 1500. При этом основная часть профиля представляла собой крупные и

мелкие, иногда слипшиеся, твердые зерна, плотностью 0,25-0,35 г/см<sup>3</sup> и температурным градиентом менее 0,5 градуса на 10 см. Все это говорило о стабилизации снежного покрова и отсутствии ЛОС в толще снега. Все лавины в данный период происходили исключительно за счет большого количества свежеснежавшего снега и ветрового переноса. Снегопад 28-29 марта сопровождавшийся сильным ветром до 10 м/с способствовал появлению плотной ветровой доски из поломанных ветром снежинок размером 0,5-1 мм.

На начало апреля во всех шурфах преобладали формы таяния, преимущественно слипшиеся округлые зерна, перемежающиеся с ледяными прослойками и корками таяния-замерзания. Плотность снега в большинстве случаев увеличивалась по срезу шурфа от поверхности снега к грунту (маршрутные шурфы №№55-59) (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 — Шурф маршрутный №57 от 07.04.2022 г.

Температуры слоёв снега преобладали нулевые, за исключением верхнего слоя, который подвергался радиационному выхолаживанию или в периоды прохождения холодного фронта, когда выпадал свежий снег с отрицательной температурой. С 9 апреля ситуация в глубине толщи ещё стабилизировалась, плотности нижних слоев продолжали увеличиваться, а количество снега, благодаря положительным среднесуточным температурам, продолжало уменьшаться.

К концу апреля температура воздуха повышалась, мощность снега становилась меньше, усиливалась связь слоёв снега, что приводило к большей стабильности снежного покрова.

С другой стороны, при определенных условиях, могут образовываться инсоляционные лавины (рисунок 3.8).

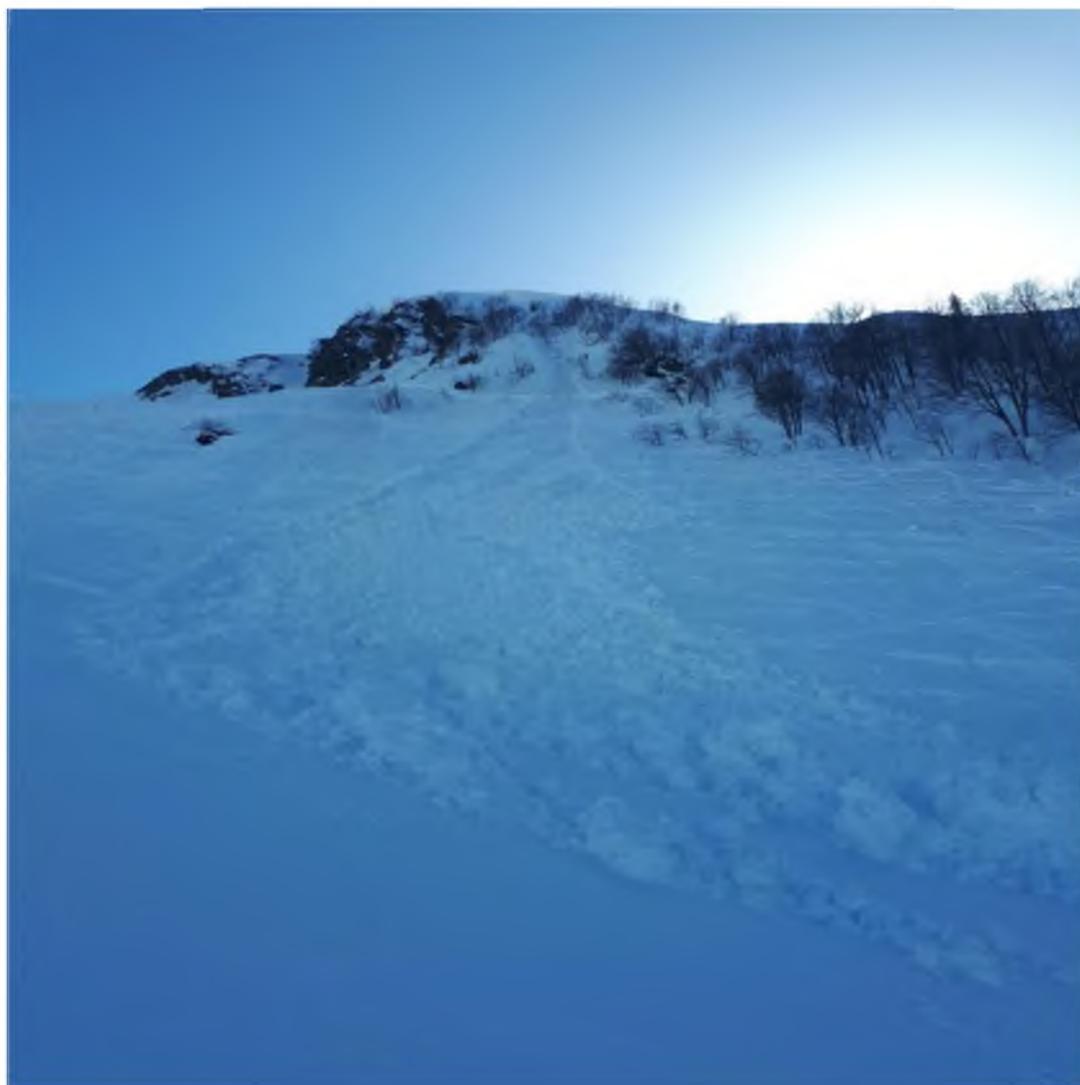


Рисунок 3.8 — Инсоляционная лавина №124 16.04.2022 г.

В условиях зимы 2021-2022 гг. безопасность от снежных лавин территории курорта «Красная поляна» обеспечивалась проведением следующего комплекса мероприятий:

- Организационные мероприятия, прогноз и мониторинг лавинной обстановки;
- Предупредительный спуск снежных лавин с использованием противолавинной системы «GAZ.EX».
- Организационные мероприятия, мониторинг и прогноз лавинной обстановки.

Снеголавинный отряд ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» обеспечивал круглосуточное присутствие на объекте своих специалистов. Осуществлялся постоянный мониторинг лавинной обстановки и ежедневно составлялся прогноз лавинной опасности, также давались рекомендации для работы эксплуатационных служб.

В результате активных воздействий при помощи системы «GAZ.EX» было зарегистрировано 66 лавин общим объёмом 339070 м<sup>3</sup>.

При анализе результативности системы GAZEX, следует учитывать, что большую часть сошедших в результате АВ лавин, было невозможно зарегистрировать из-за отсутствия видимости.

Таким образом, за отчётный период на обслуживаемой и прилегающей территориях было зарегистрировано всего 133 лавины общим объёмом 457 905 м<sup>3</sup>. Из них 66 лавин сошли в результате проведения АВ при помощи системы «GAZEX», суммарный объём составил 339070 м<sup>3</sup>.

Ежедневно на основании полученного локального специализированного суточного синоптического прогноза погоды ФГБУ «СЦГМС ЧАМ», по территории курорта «Красная поляна» данных метеорологических наблюдений и маршрутных обследований каждый день составлялись и передавались Заказчику лавинные бюллетени.

## Заключение

Из анализа зарегистрированных случаев ОЯ по г. Сочи за период с 2020 года по 2021 год, можно сделать выводы:

1. Установлено значительное увеличение количества опасных явлений, с 4 случаев в 2008 году до 31 случая в 2021 году:

1.1 Регистрируется в среднем по 8-10 случаев сильных ливневых осадков интенсивности ОЯ и более, одновременно с выпадением сильных ливневых дождей, как их следствие увеличилось количество паводков на реках достигающих критериев ОЯ о более.

1.2 Паводки на реках наблюдаются в течении всего года в среднем 2-3 случая в год, на каждой территории г. Сочи от Псоу до Магри. Регистрируется образование большого количества смерчей над морем, но без выхода на сушу.

1.3 Так же отмечается последние 5 лет с 2017 года по 2022 очень жаркое лето. Температура достигала отметок ОЯ и более, так в 2021 году 25 июля станцией АМС в поселке Кичмай была зафиксированы температура воздуха +37,3, а в 2020 году 28 июня температура воздуха зафиксированная на станций АМС в поселке Кепша +36,9., АМС Лазаревское +36,4, АМС Адлер +36,3.

2. Приведенные данные наблюдений свидетельствуют о том, что сильная жара критерия ОЯ повторяется ежегодно, что не наблюдалось практически с 2008 года:

2.1 В 2020 году 7 июня по данным АМС Кепш в 15:30 мск температура воздуха составила +36,1, 4 сентября по данным АМС Кичмай в 13:00 мск +37,2

2.2 В 2021 году 6 августа сильная жара по данным АМС Кичмай в 13:58 мск температура воздуха составила +36,2 градуса, 7 августа по данным АМС Кичмай в 12:00 мск +36,3.

3. Анализ синоптических условий свидетельствует, что увеличение количества ОЯ за последние 10 лет сопровождается изменением циркуляции воздушных потоков на Европейскую территорию включая и Англию. А потепление климата в северных широтах обусловлено смещением теплого

течения Гольфстрим к северу, вдоль берегов северо-западных районов Великобритании.

4. Все Атлантические циклоны зарождались над теплым течением западнее берегов Португалии и по западным и северо-западным потокам воздуха смещались на Европу, и при смещении в тыловой части циклона преобладал относительно не холодный воздух. В связи с чем на Черноморское побережье Кавказа не поступали очень холодные массы арктического воздуха. Арктический воздух иногда прорывается, только с ныряющими циклонами.

5. В настоящее время в связи со смещением Гольфстрима к северу, циклоническая деятельность сместилась над Северной Атлантикой и траектория перемещения циклонов носит чисто северо-западную составляющую. В холодное время года на погоду Черноморского побережья оказывали влияние в основном Средиземноморские циклоны и ложбины и фронты связанные с данными циклонами. Основная циркуляция воздушных масс западная и северо-западная.

## Список использованной литературы

1. Божинский, А.Н., Лосев, К.С. Основы лавиноведения. JL: Гидрометеоздат, 1987 - 278 с.
2. Болов, М.А. Формирование, прогноз и искусственное обрушение лавин, обусловленных снегопадами, метелями и сублимационной перекристаллизацией снега. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. Нальчик, 1981 - 26 с.
3. Бройдо, А.Г. Руководство к проведению практики по общей метеорологии. Л., 1971. Министерство Высшего и среднего специального образования, РСФСР, ЛГМИ. - 162 с.
4. Вивчар, А.Н. Изменение лавинной опасности на территории Западного Кавказа в условиях современного изменения климата и интенсивного рекреационного освоения // Третья Международная конференции «Лавины и снежные вопросы» Кировск: «Апатитмедиа», 2007 - 54 с.
5. Грей, Д.М. и Мэйла, Д.Х. Снег. Справочник. - Л.: Гидрометеоздат, 1966.- 152 с.
6. Дюнин, А.К. В царстве снега. АН СССР. Изд. Наука, Сиб. Отд.: Новосибирск, 1983 - 60 с.
7. Ефремов, Ю.В., Панов, В.Д., Лурье, П.М. Орография, оледенение, климат Большого Кавказа: опыт комплексной характеристики и их взаимосвязей Краснодар: Издательство КГУ, 2007 - 67 с.
8. Ефремов, Ю.В., Салатовка, Р.В., Бенделиани, С.С. Снежный покров и лавинный режим в горном кластере Зимних Олимпийских игр в Сочи // Лед и Снег. - 2011. - № 2(114). - С. 64-69.
9. Зимин, М.И., Шабельников, В.А., Тимишев, В.М., Зимица, С.А. Результаты практического применения математического моделирования физико-механических процессов в структурно-неоднородных телах. Деп. Винити, № 3936-В99: 69 с.
10. Кароль, Б.П. Снежный покров. - Л.: Гидрометеоздат, 1949. - 73 с.

11. Копанев, И. Д. Методы изучения снежного покрова. - Л.: Гидрометеоиздат, 1971. -226 с.
12. Котляков, В.М. Снежный покров земли и ледники. Л.: Гидрометеоиздат, 1968 - 470 с.
13. Куваева, Г.М., Сулаквелидзе, Г.К., Читадзе, В.С., Чоторлишвили, Л.С., Эльмесов, А.М. Физические свойства снежного покрова Большого Кавказа. Гляциология № 17. М.: Изд-во «Наука», 1967 - 33 с.
14. Матвеев, Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1976 - 639 с.
15. Москалев, Ю.Д Практическое пособие по прогнозированию лавинной опасности. - Л.: Гидрометеоиздат, 1979 - 199 с.
16. Москалев, Ю.Д. Возникновение и движение лавин. - Л.: Гидрометеоиздат, 1966. - 152 с.
17. Олейников, А.Д Снежные ресурсы района Красной Поляны (Западный Кавказ) Лед и снег МГУ имени М.В Ломоносова, 2013. —41с.
18. Отчет по оценке селевой и лавинной опасности на площадке строительства объекта: «Канатные дороги №№ TSF 15, TSF 16, TSF 17, TSF 18, Горнолыжные трассы №№ 44, 45, 45а, 46а, 47, 47а и инженерная защита территории». ООО «Инжзащита», г. Сочи, 2010 - 147 с.
19. РД 52.37.613-2000 «Руководство по снеголавинным работам», Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2000- 134 с.
20. РД52.37.889-2021 «Руководство по снеголавинным и снегомерным работам в горах» - М.: Гидрометеоиздат, 2021. - 56 с.
21. РД.52.37.659-204. Методические указания по применению системы принудительного спуска лавин газовой пушкой «GAZEX». — М.: Гидрометеоиздат, 2004. — 28 с.
22. Технические отчеты об опасных явлениях — ФГБУ «СЦГМС ЧАМ».
23. Тушинский, Е.А, Гуськова, Е.Ф. Губарева В.Д. Перекристаллизация снега и возникновение лавин. М.: Изд. МГУ, 1953 - 57 с.
24. Физико-географические, погодно-климатических и сезонные

особенности района проведения Игр. Местные особенности основных синоптических процессов // В.В.Фёдорова, Д.П.Лысак М.: Наука, 2007. — 30 с.

25. Шабельников, В. А. Об организации проведения противолавинной защиты горноклиматических курортов в районе п. Красная поляна (р. Мзымта) // Материалы гляциологических исследований, № 96. — М., 2004 — 67 с.