



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Формирование снеголавинной обстановки в районе поселка Красная Поляна»

Исполнитель Галимов С.Р.

Руководитель доктор географических наук, профессор Сергин С.Я.

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

Сца

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

«20» июля 2016 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
«24» мая 2016 г.	
<i>М.И. Сергин</i> подпись	<i>М.И. Сергин</i> расшифровка подписи

Туапсе
2016



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Формирование снеголавинной обстановки в районе поселка Красная Поляна»

Исполнитель Галимов С.Р.

Руководитель доктор географических наук, профессор Сергин С.Я.

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

« ____ » _____ 2016 г.

Туапсе
2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Климатообразующие факторы района поселка Красная Поляна..	5
1.1 Орография района	5
1.2 Влияние Черного моря	9
1.3 Основные климатические характеристики района.....	12
Глава 2 Снего-лавинная обстановка района Красной Поляны	20
2.1 Роль атмосферной циркуляции.....	20
2.2 Формирование снежного покрова	33
2.3 Факторы влияющие на сход лавин, их сезонность.....	43
Глава 3 Прогнозирование схода лавин и защита от их воздействия	59
3.1 Прогноз лавин в исследуемом регионе.....	59
3.2 Средства активного воздействия.....	64
3.3 Пассивные средства защиты	70
Заключение.....	74
Список использованной литературы.....	76

Введение

Красная Поляна это регион, который в последние годы обрел массовую популярность среди отдыхающих и горнолыжников. В связи с проведением XXII Зимних Олимпийских Игр в 2014 году возникла необходимость усовершенствования многих аспектов жизнедеятельности, таких как автомобильные дороги, железнодорожные пути, благоустройство самого поселка. Были построены целые жилые районы и спортивные объекты, как в прибрежном кластере, так и в горном. Таким образом, за считанные годы в Красной Поляне помимо горнолыжного курорта «Альпика-сервис», основанного в 1992 году, появилось еще три. Один из них - «Роза Хутор» - стал олимпийским объектом, на территории которого разыгралось самое большое количество комплектов олимпийских медалей.

В связи со значительным увеличением освоенных территорий горной местности, возникает необходимость в научном обеспечении объектов информацией о возможных опасных погодных явлениях, таких , как сильные ветра, паводки, обильные осадки и лавины. Из областей Большого Кавказа с большим снегонакоплением Красная Поляна занимает особое место, поскольку там максимум осадков приходится на зимний период. Средний многолетний показатель по количеству осадков в зимний период составляет около 2200 мм, что превышает эту величину для Домбая и Приэльбрусья в 2-3 раза. Проблема сбережения жизни и здоровья людей существует в районе Красной Поляны во всей полноте и сложности.

Актуальность темы обусловлена нестабильностью состояния снежного покрова в районе Красной Поляны. Его нестабильность опасна для жителей и усугубляется в связи с увеличением потока туристов и значительным расширением горнолыжных рекреаций.

Объект исследования – район поселка Красная Поляна.

Предмет исследования – Климатические особенности формирования снежного покрова в районе Красной Поляны.

Целью данной работы является изучение факторов, формирующих погодные условия и снеголавинную обстановку в районе Красной Поляны.

Задачи работы:

- выявить крупномасштабные циркуляционные условия в регионе, особенности перемещение циклонов и их эволюцию;
- определить особенности местной циркуляции воздушных масс, связанной орографией региона и близостью моря;
- изучить влияние погодных условий и географических особенностей региона на формирование снеголавинной обстановки;
- оценить имеющиеся методики прогноза лавинной опасности и рассмотреть меры по её снижению.

Информационно-методическим обеспечением данной работы послужили научная литература по исследуемой теме, справочные материалы и руководства, а также данные м/с Красная Поляна.

Структура дипломной работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

В первой главе рассматриваются географические особенности региона, влияние на формирование климата региона орографическое строение и близость Черного моря.

Во второй главе исследуются циркуляционные процессы в атмосфере, формирующие погодно-климатические условия района, особенности формирования и развития снежной толщи в регионе и сезонность факторов, влияющих на сход лавин.

В третьей главе говорится о лавинном прогнозе, и его составляющих, инженерных сооружениях, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности.

Общий объем работы составляет 76 машинописных страниц. Работа содержит 40 рисунков и 5 таблиц..

Глава 1 Климатообразующие факторы района поселка Красная Поляна.

1.1 Орография района

Район поселка Красная Поляна относится к горной зоне Большого Кавказа. Основным компонент этой зоны - главный Кавказский хребет. В сущности, он представлен цепью гор, которая простирается на 1100 км с северо-запада на юго-восток, от Черного моря к Каспийскому. Вся система Главного Кавказского хребта занимает около 2600 км², из которых северный склон занимает около 1450 км², а южный 1150 км². Максимальной ширины Большой Кавказ достигает в районе Эльбруса (до 180 км). В осевой части расположен Главный Кавказский (или Водораздельный) хребет, к северу от которого простирается ряд параллельных хребтов (горных цепей), в том числе моноклиналиного (куэстового) характера. Южный склон Большого Кавказа большей частью состоит из кулисообразных хребтов, примыкающих к Главному Кавказскому хребту. Традиционно Большой Кавказ делится на 3 части:

- Западный Кавказ (от Чёрного моря до Эльбруса);
- Центральный Кавказ (от Эльбруса до Казбека);
- Восточный Кавказ (от Казбека до Каспийского моря).

Большой Кавказ – регион с большим современным оледенением. Общая численность ледников составляет около 2 050. Больше половины оледенения Большого Кавказа сосредоточено на Центральном Кавказе (50 % от числа и 70 % от площади оледенения). Крупными центрами оледенения являются гора Эльбрус и Безенгийская стена. Наибольшим ледником Большого Кавказа является ледник Безенги (длина около 17 км).

С геофизической точки зрения Главный Кавказский хребет это мегаантиклинорий. Согласно гипотезе плитотектоники, он сформирован столкновением Скифско-туранской тектонической плиты, опирающейся на Евразийскую, с Аравийской, действующей с юга под давлением Африканской плиты (рис. 1 и рис. 2). Таким образом, отрезок суши протяженностью более

1000 километров, окруженный с двух сторон морями, является территорией максимального давления. Здесь сформирована зона субдукции (рис. 2), в которой северная плита (Евразийская) уходит под южную (Аравийскую). Образована огромная система складок и неровностей, имеющих плавный набор высоты с южной стороны и скальные пояса горных пород с северной.

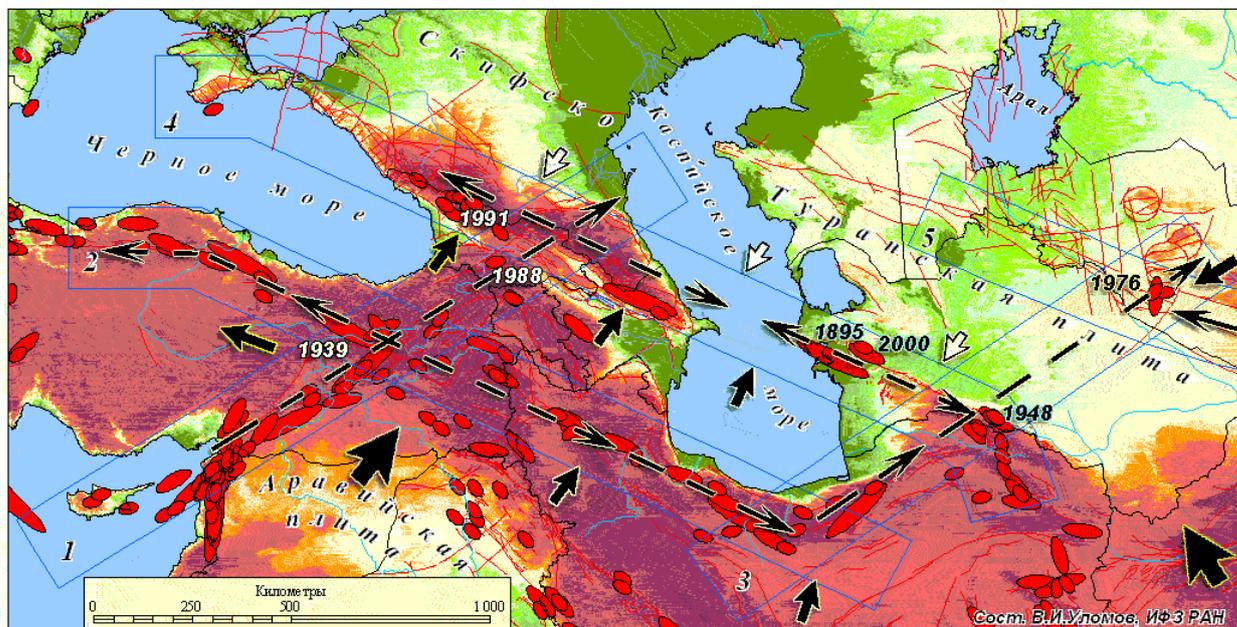


Рис. 1. Карта предполагаемого расположения литосферных плит и направления их действий. Указаны годы и места проявления эпицентров землетрясений [4, с. 6]

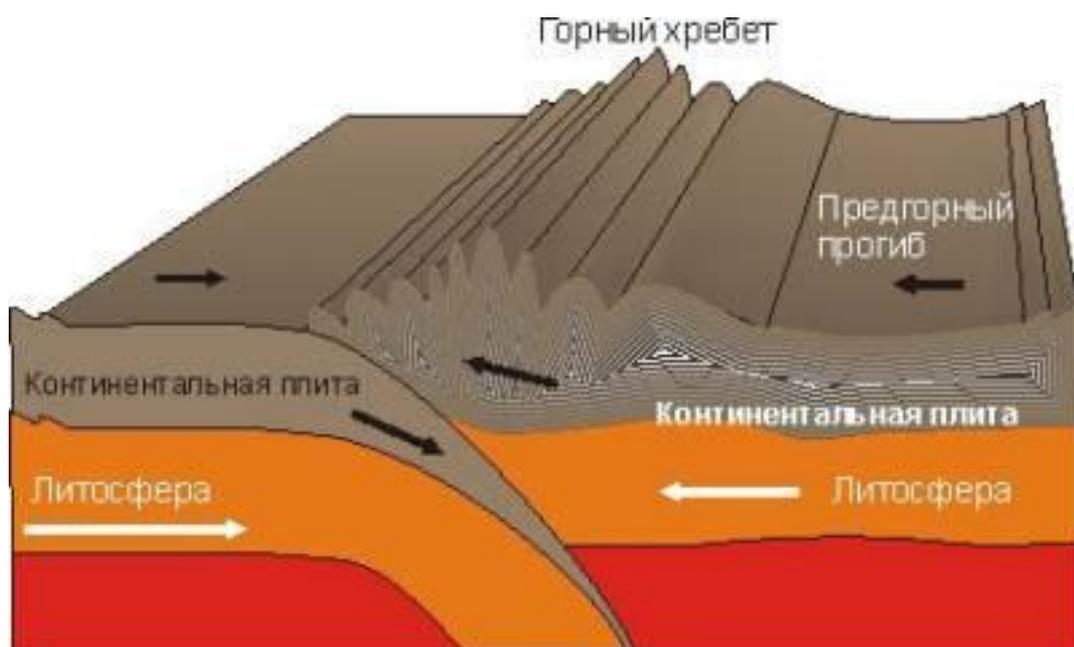


Рис. 2. Схема формирования горного массива в зоне субдукции [4, с. 7]

Наиболее высокой является средняя часть хребта, между Эльбрусом и Казбегом (средние высоты около 3 400 – 3 500 м над уровнем моря). Здесь сосредоточены высочайшие его вершины, самая высокая из которых — Эльбрус — достигает высоты 5 642 м над у.м. Восточнее Казбека и западнее Эльбруса хребет понижается, причем значительно по второму направлению, чем по первому.

Район Красной Поляны входит в состав Краснодарского Причерноморья. Так называют часть Краснодарского края около Черного моря, которая тянется от Таманского полуострова до границы с Абхазией, а в поперечном направлении от прибрежной зоны моря до Главного Кавказского хребта. Географически Краснодарское Причерноморье относится к территории Западного Кавказа. Протяженность региона составляет около 350 километров, а ширина варьирует в пределах 10-70 километров [10, с. 40].

В Краснодарском Причерноморье в море впадают десятки малых рек и сотни ручьев, значительная часть которых - временные водотоки, пересыхающие в засушливые периоды года. Из всех рек река Мзымта имеет самую большую площадь водосбора, около 1000 км², и протяженность водотока 89 км. В целом протяженность и водность рек региона возрастает от северо-западной до юго-восточной границы.

Долина р.Мзымта расположена на южном макросклоне Западного Кавказа. В верховьях долина вытянута с юго-востока на северо-запад, а от посёлка Красная Поляна и до устья – с северо-востока на юго-запад (рис. 3). На севере она непосредственно примыкает к Главному Кавказскому хребту, а с юга ограничена хребтами Аибга и Ацетука. От Главного Кавказского хребта на юг отходят несколько небольших отрогов (Ачишхо, Псехоко, Грушевый и т.д.), которые делят долину р.Мзымта на отдельные участки. Главный Кавказский хребет в пределах долины р.Мзымта сравнительно невысок. Высшей его точкой является гора Псеашхо Южная 3251 м над ур. м.

Хребты, ограничивающие долину р.Мзымта, подняты в среднем на высоту 2000-2500 м. Дно долины понижается местами до 400-500 м. При

таким сильным расчленением рельефа склоны долины обладают большой крутизной и утёсистой, ослабевающей с приближением к дну долины. В выработке рельефа принимало участие древнее оледенение, формируя троговый характер рельефа.



Рис. 3. Долина реки Мзымта с окаймляющими ее хребтами Аибга (слева) и Ачишхо (справа) [18, с. 24]

Рельеф южного склона Большого Кавказа носит альпийский характер. Его вершины поднимаются выше границы лесов. Почти на всех хребтах отчетливо выражены древнеледниковые формы рельефа. В пригребневой части хр. Аибга древние ледники выработали обширные кары, сохранившиеся до настоящего времени в виде крупных денудационных мульд, ограниченных

крутыми скальными стенами. Нередко кары расположены один над другим, образуя каровые лестницы. Многие из них заняты озерами, а некоторые – снежниками. Моренный материал древних ледников аккумуляровался у ригелей и их подножий и периодически разгружался (в том числе при сейсмических событиях) в виде крупных флювиогляциальных и селевых потоков, а также гравитационных обвалов. Подобные флювиальные конуса выноса сформировали бугристый рельеф по тальвегам всех крупных водотоков, берущих начало из современных цирков хр. Аибга. Между хребтами находятся глубокие крутосклонные густо залесенные и практически непроходимые ущелья реки Мзымты и её притоков [8, с. 33].

Первые научные изыскания с целью строительства в районе Красной Поляны горнолыжного центра проведены еще в 1960-х годах экспедицией МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством профессора Г.К. Тушинского. Однако тогда проект не был реализован, несмотря на положительное заключение специалистов университета о возможности организации здесь горноспортивного комплекса международного уровня.

В последующие годы предпринимались попытки строительства канатно-кресельных дорог, но все они не получили должного развития. Как горнолыжный центр Красная Поляна заявила о себе лишь в 1990-е годы, когда ввели в эксплуатацию канатную дорогу «Альпика-Сервис» (1992 г.), проложенную на северном склоне хр. Аибга. Именно «Альпика-Сервис» в 2000-е годы выполнила роль своеобразного «трамплина» для будущих зимних Олимпийских игр. После завершения строительства четвертой очереди канатной дороги в 2002 г. И выхода в водораздельную зону, рельеф которой представлен крутыми склонами и древнеледниковыми карами, открылись качественно новые возможности зимнего курорта.

1.2 Влияние Черного моря

Не менее важным климатообразующим фактором региона является море.

Если горы, выступают как некий барьер для продвижения холодных воздушных масс с севера, то с юга мы имеем море, аккумулирующее в себе тепло в летний период и плавно отдающее его в зимний. По данным многолетних наблюдений температура моря не опускалась ниже 4°С даже в самые холодные месяцы года – январе и феврале (табл. 1). Вследствие этого наблюдаются относительно теплые зимы, а лето прохладное. С горным рельефом Западного Кавказа связана высотная зональность климата, выражающаяся в понижении температуры воздуха с ростом высоты над уровнем моря. Так согласно классификации М.И. Будыко в бассейне р.Мзымта выделено три климатические зоны:

- с влажным климатом, очень теплым летом и мягкой зимой – часть бассейна, примыкающая к Черному морю;
- с влажным климатом, теплым летом и умеренно мягкой зимой – среднегорная часть бассейна;
- избыточно влажным климатом, умеренно теплым летом и умеренно мягкой зимой – высокогорная часть бассейна.

Таблица 1

Среднемесячная и среднегодовая температура Черного моря [12, с. 19]

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Горизонт, м													
0	7,9	7,4	7,1	8,5	12,1	13,2	19,4	22,1	13,4	18,3	11,5	10,5	7,1
10	7,8	7,45	7,05	8,3	9,1	9,7	10,9	16,4	9,7	18,1	11,8	10,6	7,05
20	8,2	7,25	7,02	7,5	6,8	7,9	7,9	10,7	8,2	11,2	8,8	10,8	6,88
30	7,8	7,6	7,08	6,6	6,4	7,06	6,8	7,2	6,3	8,0	7,6	9,2	6,33
40	7,8	7,78	7,17	6,3	6,4	6,7	6,1	6,5	6,02	6,3	7,6	7,4	6,02

Чёрное море лежит на пути средиземноморских циклонов. Его высокая температура сама по себе способствует возникновению над ним пониженного давления. Взаимодействие холодных тыловых потоков движущихся средиземноморских циклонов с тёплыми воздушными массами их передней

части создаёт резкие контрасты температуры именно в районе Чёрного моря. Поэтому часто над бассейном Чёрного моря наблюдается возникновение новых циклонических возмущений, регенерация затухающих циклонов и выход их на юго-восточные районы страны. Выходы циклонов со Средиземного моря весьма существенно смягчают климат Черноморского побережья Кавказа в зимнюю половину года. Поэтому зима очень тёплая. Средняя многолетняя температура января в Сочи $+6^{\circ}\text{C}$. Днём температура воздуха повышается до $+5+10^{\circ}\text{C}$, в отдельные дни $+15+18^{\circ}\text{C}$. Иногда могут отмечаться дни с отрицательной температурой воздуха.

Похолодания чаще всего бывают вызваны прорывом с северо-востока холодного воздуха через низкие перевалы (район п. Лазаревское) или выносом холодного воздуха с Закавказья. В последнем случае первоначально отрицательные температуры наблюдаются в Сухуми-Гагра, а затем в Адлере-Сочи. Устойчивых же морозов здесь не бывает вообще. Дни с отрицательной среднесуточной температурой воздуха бывают очень редко, но в отдельные зимы, при полярном вторжении холодных антициклонов в южные широты и беспрепятственном обвале холодного воздуха с северо-запада через открытое море, возможны интенсивные похолодания, когда абсолютный минимум в районе Сочи доходит до -15°C .

Обычно первые холодные вторжения арктического воздуха на Черноморском побережье Кавказа начинаются с ноября. С ними бывают связаны первые снегопады и слабые заморозки. Длительность безморозного периода в районе Сочи составляет 8-10 месяцев, а вегетационный период продолжается 10-11 месяцев. Устойчивые заморозки начинаются лишь в середине декабря.

Зима очень дождливая. Максимум осадков выпадает в холодный период года. Затяжные и интенсивные дожди зимой отмечаются почти в половине всех дней [5, с. 38].

Максимальная глубина Чёрного моря 2210 - 2258 м. В некоторых местах уже на удалении 5 км от берега глубина может достигать 500-700 м.

Наибольшая длина моря 1148 км, максимальная ширина 600 км, минимальная 258 км. Чёрное море является незамерзающим в течение всего года, но в отдельные, аномально холодные зимы, оно покрывается у северных берегов неустойчивым ледяным покровом. Абсолютный минимум температуры воды у восточных берегов отмечался $+5^{\circ}\text{C}$, максимум $+30,1^{\circ}\text{C}$. Минимум наступает в марте, максимум в августе.

1.3 Основные климатические характеристики района

Сочи относится к зоне влажных субтропиков, являясь одним из наиболее северных районов этой климатической зоны во всём мире. Южное расположение района, наличие незамерзающего моря и отрогов Главного Кавказского хребта оказывают существенное влияние на климат. Это влияние сказывается в том, что все процессы, протекающие с довольно определённой закономерностью на равнинных местах, в данном рельефе претерпевают значительные изменения, которые порой трудно учесть.

Северо-западная часть Кавказского хребта служит непреодолимым препятствием для вторжения холодного воздуха с севера, северо-востока и востока. Холодные воздушные массы, поступающие со стороны моря, значительно прогреваются над водной поверхностью и приобретают повышенную неустойчивость и увлажнённость, в результате чего наступает длительное ухудшение погоды. Система хребтов Большого Кавказа, наличие долин, ущелий, котловин создают сложную циркуляцию внутри горной системы. В предгорной части Кавказа происходит задержка холодных масс воздуха, стационарирование атмосферных фронтов и нередко обострение их перед орографическим препятствием.

Разнообразие и сложность рельефа, наличие незамерзающего Черного моря и отрогов Большого Кавказского хребта, значительные колебания высот в сочетании с сезонными особенностями циркуляции атмосферы создают большое разнообразие в температурном режиме территории. Учитывая все эти

факторы, по климатическим условиям этот регион делится на несколько вертикальных зон:

1. Прибрежная зона от 0 до 300 метров над уровнем моря.
2. Предгорная зона от 300 до 600 метров над уровнем моря.
3. Горная и альпийская зоны расположены от 600 до 2500 метров над уровнем моря.

Прибрежная зона, где расположен город-курорт Сочи - зона влажных субтропиков.

Предгорная зона, в частности район поселка Красная Поляна, Эсто-Садок, Кордон Лаура, охватывает ряд уникальных природных объектов. Климат района - горно-морской. Зима умеренно мягкая, является наиболее дождливым сезоном и по количеству осадков, и по числу дней с осадками. Максимальная высота снежного покрова Красная Поляна - 157 см, Кордон Лаура - 408 см. Гололед в Красной Поляне и Кордон Лаура не наблюдается. Среднегодовая температура воздуха по данным Кордон Лаура составляет $9,2^{\circ}\text{C}$. Самым холодным месяцем является февраль ($-0,5^{\circ}\text{C}$), самым теплым июль ($19,4^{\circ}\text{C}$).

Абсолютный минимум температуры минус 17°C . Район характеризуется в среднем слабыми скоростями ветра $0,4$ м/сек с преобладающим направлением юго-восточное и северо-восточное, в основном стоковое с гор и горно-долинное направление. Расположение района в относительно низких широтах обуславливает интенсивный приток солнечной радиации и характеризуется обилием солнечного света и тепла. Продолжительность солнечного сияния в предгорной зоне около 1777 часов за год. При хорошей обеспеченности теплом, поступлением влажного воздуха с моря, район отличается выпадением большого количества осадков в течение года - 2041 мм. Наибольшее количество в зимние месяцы, в основном в виде снега [3, с. 60].

Горная и альпийская зоны района (600-2500 м над уровнем моря). В горной части зима является наиболее дождливым сезоном по количеству

осадков и по числу дней с осадками. Раннее залегание снега с ноября и его накопление из-за обилия осадков, создают устойчивый снежный покров. Высота снега от 1000 м над уровнем моря в январе, феврале в среднем составляет 50 см, от 1500 до 2500 м над уровнем моря 350-390см, на подветренной северной стороне склонов до 4-5 метров.

Высота снежного покрова. В распределении снежного покрова в данном районе Красной Поляны имеет место наличие зон неустойчивого, переменного и постоянного снежного покрова. Зона неустойчивого снежного покрова охватывает предгорья и нижние участки горной территории до высот 1000 м. Она характеризуется небольшой продолжительностью залегания снега (до 50-70 дней) и наличием зим без устойчивого снежного покрова.

Зона переменного снежного покрова охватывает значительную часть территории от 1000 до 3000 метров. Характерным для зоны переменного снежного покрова является отсутствие бесснежных зим и продолжительность залегания снега от 100 до 260 дней в году на высотах более 2000 метров. В зоне постоянного снежного покрова снег, накопившийся в холодный период, полностью не стает в теплый, и продолжительность его залегания составляет 365 дней в году. К этой зоне относится северный склон массива Агепста, г. Чугуш, Туринные Горы, г. Фишт, глубокие каньонообразные кулуары массивов Аибга, Туринные Горы, г. Ачишхо, г. Чура, г. Амуко.

Отличительной особенностью климата береговой зоны является большая повторяемость ливней и гроз. Грозы наблюдаются, главным образом, с мая по сентябрь (20-30 дней в году). Однако и зимой, при прохождении холодных фронтов и окклюзий по типу холодного фронта, грозы могут быть каждый месяц.

Выделение четырёх сезонов года здесь является искусственным. Средняя месячная температура воздуха весь год выше нуля. Таким образом, выраженный зимний период фактически отсутствует. Поэтому внутри года целесообразно выделять два периода: холодный – ветреный, пасмурный, дождливый и тёплый – относительно сухой и ясный, с преобладанием местной

бризовой циркуляции.

Резкое изменение погоды наблюдается в холодную половину и переходные периоды года. Огромное влияние рельеф района оказывает на скорость смещения и эволюцию барических образований и фронтов. Особенно характерно задерживающее влияние хребта на массы воздуха за холодными фронтами. В результате этого осадки, связанные с холодными фронтами, наиболее интенсивны и продолжительны, чем связанные с другими фронтами. Под влиянием Главного Кавказского хребта, при смещении холодных фронтов с севера, резкого похолодания, как правило, не наблюдается, т.к. на холодном фронте происходит образование волн. После образования волны на фронте, последний начинает как бы разворачиваться и воздушные массы проходят уже не с севера, а с запада, предварительно прогревшись над морем в нижних слоях. Волновые возмущения на фронтах существенно влияют на циркуляцию в слое трения и представляют трудности в прогнозировании перемещения фронтов и погодных условий. Отличительной особенностью холодной половины года является максимальное развитие циклонической деятельности.

Снежный покров на побережье лежит лишь в отдельные дни и не ежегодно. Дней с отрицательными среднесуточными температурами насчитывается в среднем четыре, однако в отдельные аномально холодные зимы их бывает больше [11, с. 64].

С выносом тёплых и влажных масс воздуха в тёплых секторах циклонов со Средиземного моря, повторяемость которых в холодную половину года составляет 50% от всех других синоптических процессов, отмечаются резкие оттепели, которые усиливаются фёновыми явлениями. Температура воздуха при фёне зимой может повышаться до $+17 - +25^{\circ}\text{C}$. При этом зачастую нарушается нормальный суточный ход температуры воздуха, она может аномально повышаться в ночные часы.

Устойчивый переход температуры воздуха через $+5^{\circ}$ осуществляется в феврале месяце, но в отдельные годы бывает 1-2 дня со средней суточной температурой воздуха ниже $+5^{\circ}$. От марта к апрелю температура воздуха

повышается всего на 3,5-6,0° из-за охлаждающего влияния моря и частых морских туманов, уменьшающих приток солнечной радиации. Всё это создаёт впечатление затяжной весны, хотя по температуре воздуха она наступает очень рано.

Туманы возможны, главным образом, в конце зимы и весной – 8-10 дней в году. Гололёды отмечаются только в Лазаревском районе. Сильные ветры преимущественно наблюдаются зимой. Число дней с сильным ветром (15 м/с и более) составляет 15-20 в году.

В тёплую половину года циркуляция воздушных масс ослаблена, циклоническая деятельность затухает. Погода формируется в основном за счёт трансформации воздушных масс в медленно движущихся Азорских антициклонах и в местной термической депрессии. Создаются благоприятные условия для порождения местной циркуляции воздуха, нарушаемой изредка при прохождении ложбин и фронтов северо-западных циклонов. При вторжении с запада и северо-запада отмечается пасмурная, с дождями и грозами, погода, кратковременное усиление ветра перед фронтом юго-восточного румба, после прохождения фронта – северо-западного и западного румбов. Со второй половины лета устанавливается область повышенного давления, обуславливающая безоблачную погоду с бризовой циркуляцией.

Климатообразующая роль местной циркуляции на побережье велика. Зимой и весной, в связи с усилением градиентных ветров, местная циркуляция проявляется гораздо слабее. Ветровой режим здесь складывается из общей, горно-долинной, фёновой и бризовой циркуляции. Бризы днём в приземных слоях дуют с моря на сушу, ночью – наоборот. Верхнее компенсирующее течение имеет обратное направление: днём с суши на море, ночью – с моря на сушу. Установление бризовой циркуляции, как и развитие горно-долинных ветров, обычно всегда наблюдается при устойчивой антициклональной погоде с малыми горизонтальными барическими градиентами. Бризовая циркуляция наиболее резко проявляется летом и осенью. Скорость береговых бризов меньше морских.

Горно-долинные ветры также здесь имеют место и являются одной из типичных климатических особенностей горных районов. Днём они дуют вверх по долинам и склонам (долинные ветры), ночью – в обратном направлении (горные ветры). Суточная их периодичность наиболее выражена в сезоны с ослабленной общей циркуляцией, т.е. осенью и летом.

В горной местности средняя годовая температура падает с высотой и выше 2500м становится отрицательной. В приморской зоне средняя годовая температура воздуха составляет 10-14°C и постепенно повышается к югу. Самыми холодными месяцами являются январь и февраль, а самыми теплыми – июль и август. Зимой отмечаются сильные и частые инверсии, которые сложно влияют на изменения температуры воздуха в горных условиях. Градиент изменения температуры с высотой местности обычно достигает 1,0-1,2°C на каждые 100м поднятия и особенно ярко выражен до высоты 1000м, а в верхних зонах температура воздуха под влиянием свободной атмосферы понижается в пределах нормы (0,5° на 100м высоты).

Климат высокогорной части Западного Кавказа района Красная Поляна, в значительной мере определяется режимом свободной атмосферы со стороны Главного Кавказского хребта. Преобладает Западный перенос общей циркуляции. В годовом суточном ходе различных метеорологических элементов происходят резкие изменения определяемые взаимодействием свободной атмосферы с поднимающимся рельефом. Характер изменения температуры с высотой не зависит от сезона, изменяется лишь количество выпавших осадков. В высокогорной зоне началом осени является конец безморозного периода и первые снегопады. В этот период температура воздуха понижается с высотой на 0,45⁰ – 0,5⁰С на каждые 100м. В это время увеличивается облачность, осадки, вероятность туманов, изморози. Осенью наблюдается преобладание западных ветров, вторжение холодного воздуха и понижение температуры воздуха, снегопады начинаются уже в первой декаде октября.

За начало зимы в высокогорной зоне принято время возникновения

устойчивого снежного покрова. Средняя суточная температура воздуха снижается до минусовых отметок с высоты 1500м. Устойчивый снежный покров начинается с ноября месяца.

В зависимости от высоты местности число дней с положительной температурой воздуха колеблется от 331 дня на высоте 500м до 137 дней на высоте 3000 м [16, с. 98].

Локальные ветра горной местности имеют цикличность. Днем это потоки восходящие вдоль склонов преимущественно южной экспозиции и поднимающиеся по долинам прогретые солнечной радиацией массы. Ночью это остывшие нисходящие воздушные массы. Преимущество локальных ветров наблюдается обычно в антициклональную погоду, когда к ним не примешиваются, либо не противодействуют более сильные ветра, имеющие иной характер образования.

Горные массивы Западного Кавказа располагаются между умеренным и субтропическим климатическими поясами, препятствуя обмену воздушными массами между ними и одновременно обостряя синоптические процессы. Влияние на климат оказывают приходящие с юга, юго-запада и запада, соответственно со стороны Средиземного моря и Атлантического океана, циклоны, которые являются основными источниками атмосферных осадков. На формирование климата горного района поселка Красная Поляна оказывают влияние его положение на южном макросклоне Большого Кавказа, близость Черного моря, рельеф местности а также большой диапазон высот. В этом районе климат является горно-морским и влажным.

Долина р. Мзымта в районе Красной Поляны образует уникальную котловину в окружении высокогорья, ограниченную с севера и северо-востока Главным Кавказским хребтом, его отрогом Ачишхо с вершинами до 2500м; с юга и юго-востока – хребтом Аибга, идущим параллельно долине р. Мзымта; с юго-запада котловина замыкается ущельем реки. Такое расположение и ориентировка относительно направления воздушных масс служит каналом, по которому воздушные потоки проникают с моря вглубь гор и здесь за счет

инверсионных процессов, поднимаясь по ущельям, отдают влагу, способствуя образованию глубокого снежного покрова и возникновению снежных лавин.

Замкнутость долины, почти полное отсутствие сильных ветров и большая, по сравнению с окружающими районами, сухость воздуха создают особый мягкий и довольно теплый климат, близкий к климату прибрежной зоны с теми же абсолютными отметками (400-500м).

По наблюдениям за облачностью на станциях Сочи, Красная Поляна, Ачишко отмечается слабая выраженная инверсия, и облачность во всей зоне от уровня Черного моря до высоты 2000м остается почти неизменной по количеству.

Интересно отметить, что в горных долинах годовой ход облачности обратно пропорционален годовому ходу относительной влажности. Минимум относительной влажности наступает именно весной, т.е. во время максимума облачности.

В формировании климата района существенную роль играет Черное море, являющееся аккумулятором тепла, и отроги Главного Кавказского хребта, преграждающие доступ холодным массам воздуха с севера и востока. Черное море лежит на пути к Кавказу западных воздушных масс. Они принимают испарившуюся с водной поверхности влагу, еще более насыщаются парами и достигают Кавказа. На склонах гор содержащаяся в воздухе влага конденсируется и выпадает в виде обильных осадков.

Глава 2 Снего-лавинная обстановка района Красной Поляны

2.1 Роль атмосферной циркуляции

В целом вся территория района Красная Поляна находится под влиянием циркуляционных процессов южной зоны умеренных широт. Для лета здесь характерно поступление из Атлантики субтропических областей повышенного давления, а зимой прохождение средиземноморских и Иранских циклонов. От холодного воздуха арктического и сибирского происхождения район защищен Главным Кавказским хребтом, и холодный воздух поступает на территорию бассейна крайне редко.

Западные циклоны. В холодное время года характерна активизация западного типа циклонов, что связано напрямую с активизацией циклонической деятельности над Северной Атлантикой. По траекториям перемещения западные циклоны могут быть подразделены на пять подтипов:

- 1) циклоны перемещаются по северным районам ЕТР (65-70°с.ш.);
- 2) над центральными районами ЕТР (55°с.ш.);
- 3) над южными районами ЕТР и Украиной (40-45°с.ш.);
- 4) циклоны, перемещающиеся с меридиональной составляющей, так называемые «ныряющие» циклоны.
- 5) циклоны, сформированные над средиземным морем (рис. 4).

При первых двух подтипах влияние на погоду Черноморского побережья Кавказа оказывают ложбины и атмосферные фронты, связанные с этими циклонами.

При пятом и четвертом подтипе – влияние непосредственно самих циклонов и атмосферных фронтов.

При западных процессах высотному барическому полю соответствуют наиболее сглаженные контуры, т.е. наибольшая зональность воздушных течений в средней тропосфере.

Исключение составляют «ныряющие» циклоны, когда резко выражены гребни и ложбины.



Рис. 4. Типовые траектории западных циклонов [21]

Циклоны, перемещающиеся над южными районами ЕТР и Украиной (40-45° с.ш.) являются, как правило, вторичными циклонами, возникающими на волне полярного или арктического холодного фронта, связанного с циклоном, перемещающимся над северными районами ЕТР (рис. 5).

Возникшие на холодном фронте циклоны обычно получают дальнейшее развитие, являясь «вторичными» только в самом начале своего существования. В дальнейшем возникший циклон либо сливается с циклоном, расположенным впереди, на холодном фронте которого он образовался, либо сохраняется как самостоятельный вихрь, становясь новым членом семейства циклонов. Оформлению нового циклона способствует разрежение изобар вблизи оси барической ложбины, где возникает его центр при появлении области падения давления. При больших барических градиентах область падения давления приводит лишь к искривлению изобар.

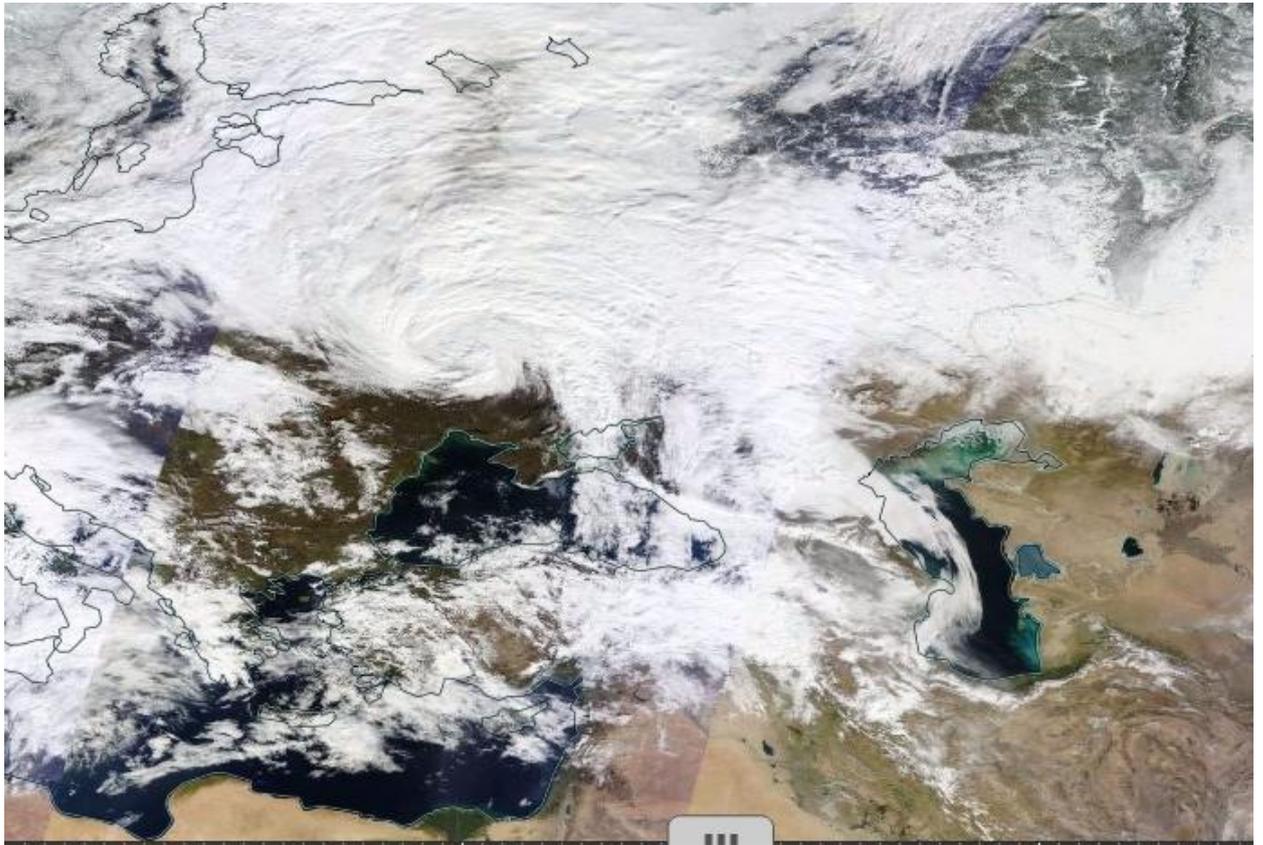


Рис. 5. Движение «ныряющего» циклона в сторону Черного моря [21]

Особое внимание следует уделить так называемым «ныряющим» циклонам, так как они имеют очень большую скорость перемещения и приносят на юг ЕТР наиболее резкие изменения погоды. Смещение «ныряющих» циклонов происходит по полярной оси (с севера Скандинавии и Баренцева моря) и по ультраполярной оси (с районов Карского моря) (рис. 5). Циклон, сформировавшись над Скандинавией или северными морями, смещается к юго-востоку, югу или юго-западу со скоростью 50-70 км/час. Все явления, связанные с «ныряющим» циклоном, достигают максимальной интенсивности тогда, когда циклон, становясь высоким и малоподвижным, располагается в районе Воронеж-Саратов (рис. 6).

Влияние местных орографических условий проявляется в изменениях интенсивности и скорости перемещения барических образований и фронтов. Наблюдается замедление перемещения циклонов и ложбин перед горами. Деформация линии фронта с наветренной стороны гор приводит к образованию

фронтальных волн, изменению скорости разных участков фронта. Классическим примером влияния орографии на атмосферные фронты является образование окклюзии над Большим Кавказским хребтом при северных и северо-западных вторжениях холода с последующим проникновением холодных масс воздуха в Закавказье через Западную Грузию или Азербайджан. Влияние орографической окклюзии определяет продолжительные осадки на рассматриваемой территории [14, с. 23].

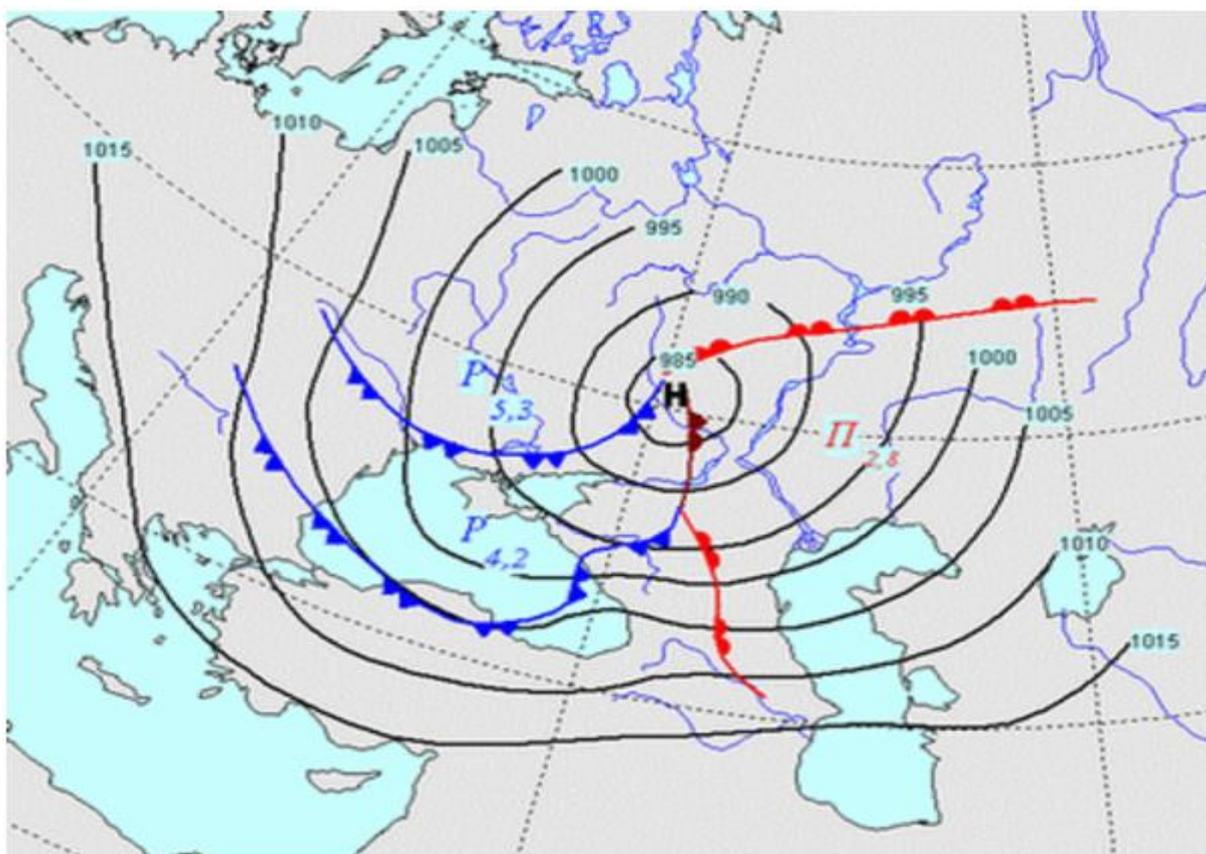


Рис. 6. Карта-схема приземного поля «ныряющего» циклона (стадия максимального влияния на погоду Черноморского побережья Кавказа) [6, 44]

При формировании орографической окклюзии создается впечатление фронта, неподвижно лежащего вдоль хребта. Дополнительной особенностью протекания синоптических процессов в холодный период года является стационарирование антициклона над юго-восточными районами ЕТР и западом Казахстана, вследствие чего создаются большие градиенты давления и

температуры, обуславливающие значительную интенсивность ряда явлений и затяжной характер процессов над Черноморским побережьем Кавказа.

Облачность и осадки. При составлении прогнозов погоды для территории Сочи необходимо учитывать влияние незамерзающего Черного моря и Кавказа. При воздушных течениях, направленных с моря на сушу, вблизи береговой линии возникает сходимостъ потоков, обусловленная различиями шероховатостей водной поверхности и суши. Восходящие движения при этом усиливают процессы конденсации и конвекции, что приводит к увеличению интенсивности осадков. Ориентация Кавказа такова, что склоны на Черноморском побережье Кавказа являются наветренными для влагонесущих потоков. В связи с вышеуказанными факторами в Сочи наблюдается преимущественно конвективная облачность и осадки ливневого характера.

Сильные осадки выпадают при следующих характеристиках воздушных масс:

- 1) дефицит точки росы на всех изобарических поверхностях (АТ-850, АТ-700, АТ-500) не больше 20;
- 2) контрасты температуры в зоне фронта:
 - у земли - 6-70/500 км;
 - на АТ-850 - 5-60/500 км;
 - на ОТ 500/1000 - 8-100/500 км.
- 3) наличие хорошо выраженной ложбины холода на ОТ 500/1000.

При всех подтипах западных циклонов на территории Сочи в холодный период года могут выпадать осадки в виде мокрого снега и снега. Фазовое состояние осадков зависит в основном от высоты нулевой изотермы и температуры воздуха у поверхности Земли. Анализ аэрологических и синоптических данных показал, что осадки выпадают в виде дождя в том случае, когда температура воздуха у поверхности Земли $>+30$, а на высоте 500м >00 .

Оценивая вероятность выпадения твердых осадков в зоне фронта полезно использовать температурный критерий у поверхности Земли. Вероятность

выпадения твердых осадков достигает 85-90% в зонах тех фронтов, вблизи которых (приземной линии) располагаются изотермы 00-20. Таким образом, для решения вопроса о фазовом состоянии осадков необходимо:

1. Оценить снегоопасность каждого фронтального раздела данной синоптической ситуации по критерию наличия вблизи приземной линии фронта изотерм 00-20.

2. Рассчитываются прогностические значения температуры воздуха у поверхности Земли и температуры на АТ-850.

Критерии для определения фазового состояния осадков при использовании значений температуры на АТ-850:

- Т850 00-20 – выпадает мокрый снег в Красной Поляне;
- Т850 -20-50 – выпадает снег в Красной Поляне;
- Т850 -50-60 – выпадает мокрый снег или снег на побережье;
- Т850 ниже -60 – выпадает снег на побережье [13, с. 32].

Сильные ветры. Большое количество долин, ущелий, котловин, близость системы Кавказа, наличие Черного моря создают сложную циркуляцию на территории Сочи и оказывают большое влияние на ветровой режим.

Сильными бывают ветры юго-восточного и северо-западного направлений. Усиление юго-восточного ветра обусловлено береговым эффектом. Усиление юго-восточного ветра при смещении ложбин западных циклонов и самих циклонов происходит тогда, когда изобары ориентированы к оси Главного Кавказского хребта под углом близким к 90°. Для прогнозирования степени усиления юго-восточного ветра при западных циклонах целесообразно учитывать разность давления между Адлером и Сухуми или Адлером и Туапсе. При усилении юго-восточного ветра на побережье не следует ожидать его в низких и средних горах в районе Красной Поляны, так как эта территория защищена от побережья довольно высокими горами. Усиление ветра по данным СФМ Красная Поляна бывает крайне редким.

Выход средиземноморских циклонов на Черное море. Средиземноморская область известна как сезонный центр действия атмосферы под названием «средиземноморский зимний циклон». Это название обусловлено активизацией здесь циклонической деятельности зимой и ослаблением её летом. Циклоническая деятельность зимой развивается в благоприятных термических условиях, создаваемых рельефом. Холодные воздушные массы располагаются над Европой к северу от горных хребтов, которые препятствуют движению этого воздуха на Средиземное море. Наоборот, холодный воздух атлантического и африканского происхождения почти беспрепятственно распространяется на Средиземноморский бассейн.

Таким образом, над Средиземноморьем, и особенно над его северной частью, зимой устанавливается широтная фронтальная зона с большими контрастами температуры. Эта зона больших барических и термических градиентов захватывает довольно мощный слой тропосферы. Именно вдоль него формируется и развивается большинство средиземноморских циклонов. Подавляющее число циклонов (в среднем 34-35 циклонов в год) возникает над самим Средиземноморьем. Одиннадцать циклонов образуются над южными склонами Атласских гор. И только небольшая их часть (два- три в год) проникает в Средиземноморье извне: с запада между Пиренейским полуостровом и Африкой и с северо-запада между Пиренеями и Альпами. Циклоны возникают над Средиземноморьем не повсюду, а лишь в определённых местах. Наиболее циклогенетические районы Средиземноморья – это Лигурийское море (15 циклонов в год) и полуостров Малая Азия (9 циклонов в год).

Выходы средиземноморских циклонов происходят при двух типах процессов:

1. Циклоническая деятельность развивается над центральной частью Средиземного моря и распространяется на запад Черного моря. Холодный воздух проникает на Средиземное море, а оттуда на Балканы и Черное море (рис. 7)

2. Циклоническая деятельность развивается над востоком Средиземного моря и распространяется на восток Черного моря. При этом над юго-восточными и центральными районами ЕТР наблюдается антициклогенез, т.е. формируется блокирующая система, препятствующая смещению циклонов к северу за пределы Черного моря.



Рис. 7. Развитие циклона в центральной части Средиземного моря [21]

При первом типе процессов осуществляется как непосредственное перемещение средиземноморских циклонов на Черное море, так и образование над его западной частью частных циклонов. Перемещающиеся со Средиземного моря циклоны над Черным морем не изменяют существенно направления своего движения, но углубляются (рис. 8).

Условия образования частных циклонов на западе Черного моря чаще всего связаны с орографической сегментацией средиземноморских циклонов у горных систем Балкан. Необходимым условием для перемещения средиземноморского циклона на запад Черного моря является наличие над

Балканами циклонической пространственно-временной изменчивости с юго-западными или южными ветрами скоростью более 50-60 км/час. Перемещению такого циклона на Украину или Северный Кавказ предшествует за 12-18 час. Появление над этими районами области положительных суточных изаллотерм на поверхностях 700 и 500 гПа.



Рис. 8. Песчаная буря, прошедшая на Аравийском полуострове, подняла в атмосферу песок, который достиг района поселка Красная поляна 26 марта 2016года [21]

При втором типе процессов, когда циклон смещается с востока Средиземного моря, он становится высоким и малоподвижным над Черным морем. Дальнейшему перемещению циклона препятствует блокирующий антициклон. Стабилизация циклона поддерживается непрерывным вхождением в его систему частных циклонов, образующихся над юго-востоком Черного моря при совместном воздействии орографии и термических условий моря, накладывающихся на общециркуляционный циклогенез в передней части

высотной ложбины над Черным морем и Малой Азией.

Локальный циклогенез на юго-востоке Черного моря сопровождается продолжительным ухудшением погоды. На Черноморском побережье Кавказа выпадают сильные осадки, усиливается юго-восточный ветер, в Лазаревском районе возникают гололедные явления, а в предгорьях и горах наблюдается сильное налипание мокрого снега. Такой характер погоды сохраняется 4-5 дней. Погода меняется после перемещения блокирующего антициклона к востоку.

Частный циклогенез над юго-восточными районами Черного моря. В холодное полугодие над Черным морем преобладает низкое давление, которое вызвано смещением циклонов по различным траекториям и местным циклогенезом обусловленным соседством теплого Черного моря и горами Кавказа. Преобладающее значение в макросиноптической ситуации имеют основные циклоны, связанные с атмосферными фронтами, но с точки зрения прогноза местных особенностей погоды частные (орографические) циклоны не менее важны, т.к. вызывают существенные изменения погодных условий. Условия формирования циклонов над юго-востоком Черного моря напрямую связаны с особенностями географического положения региона – рядом с теплым Черным морем и горами Кавказа. Можно выделить два основных типа процессов, при которых осуществляется частный циклогенез над восточными районами Черного моря:

1. Сегментация или регенерация заполняющихся циклонов, связанных с приближающимися к Кавказскому хребту с юга или юго-запада основными циклонами.

2. Местные циклоны, формирующиеся зимой в малоградиентных ложбинах, направленных с полуострова Малая Азия на восточные районы Черного моря, под непосредственным влиянием температурных условий подстилающей поверхности (рис. 9).

Процесс формирования циклонов в большинстве случаев бывает плохо выражен барически и не сопровождается существенными изменениями

давления, поэтому связанное с этим процессом ухудшение погоды часто бывает неожиданным. Подавляющее большинство орографических циклонов являются малоподвижными и заполняются на месте. Часть циклонов развиваются и смещаются в северо-восточном, восточном или северном направлениях.

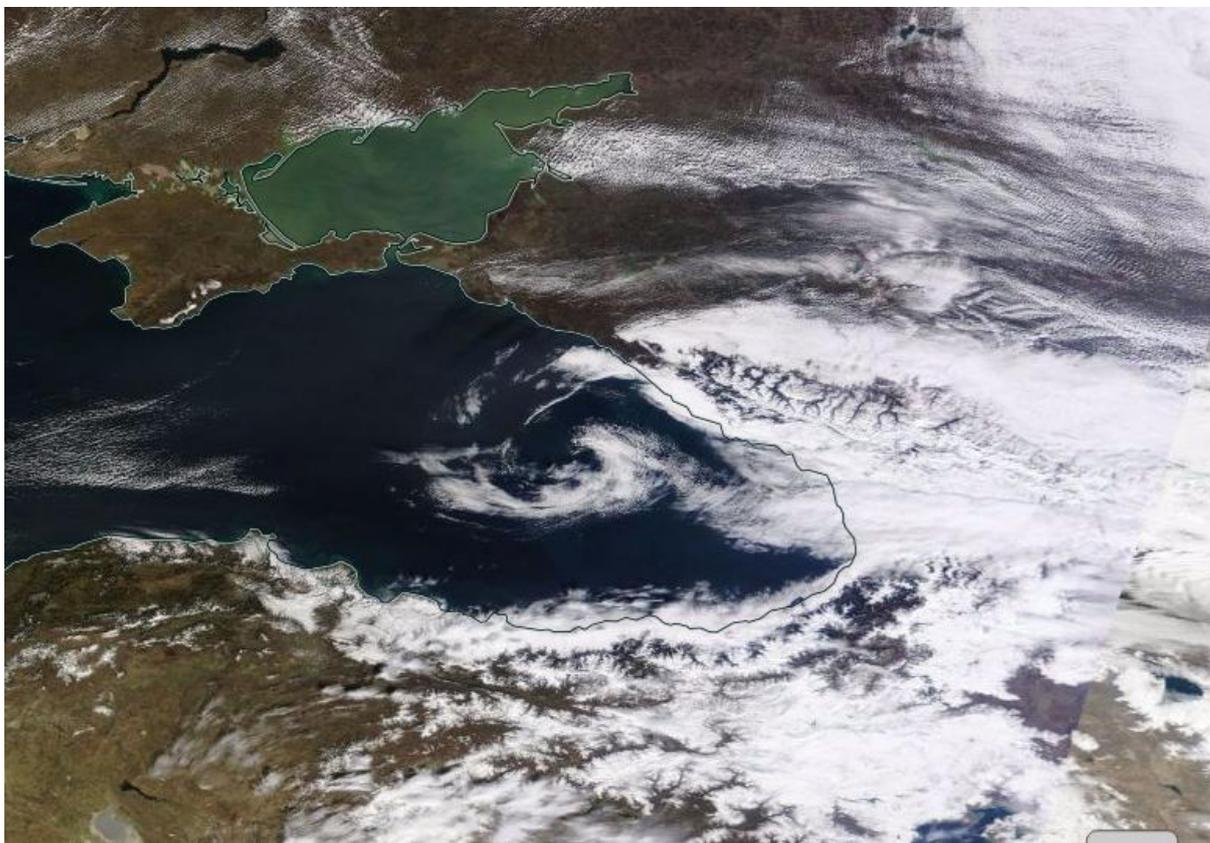


Рис. 9. Формирование местного циклона [21]

С частными циклонами при первом типе связаны резкие ухудшения погоды: сильные ветры, сильные осадки, в горах метели. При этом типе при приближении средиземноморских циклонов к хребтам Малой Азии, в передней их части вследствие конвергенции потока в предгорных районах и восходящих движений над наветренными склонами происходит рост давления. По мере перемещения циклона начинается падение давления на подветренном склоне хребта, благодаря чему область пониженного давления вытягивается по направлению потока на восточные районы Черного моря. У наветренной стороны хребта в связи с ростом давления область циклона сжимается по направлению вдоль склонов. В результате может сформироваться два центра низкого давления – один у наветренной, другой у подветренной стороны гор. В

дальнейшем циклон, сформировавшийся с подветренной стороны, может углубляться и смещаться к Черноморскому побережью Кавказа, при этом циклон с наветренной стороны исчезает. Иногда длительно сохраняются оба центра. Для дальнейшего развития возникшего частного минимума необходимо наличие адвекции холода в его тылу. Отсутствие адвекции является одним из признаков непродолжительного существования возникшего циклона. Основные прогностические признаки процесса сегментации южных циклонов и возникновения нового циклона над юго-востоком Черного моря:

1. Наличие высотного циклона над Малой Азией или Балканским полуостровом.
2. Высотная фронтальная зона на восточной периферии циклона пересекает горные хребты Малой Азии или юга Балканского полуострова
3. У земли заполняющийся циклон в районе острова Кипр или над юго-западным побережьем Турции
4. Падение давления с подветренной стороны горных хребтов Малой Азии.

При втором типе синоптических процессов оформление частного циклона происходит в вершине малоподвижной обширной депрессии, располагающейся над Малой Азией и северной частью Аравийского полуострова. Такого рода местные барические образования возникают в любое время года, но наиболее часто в холодный период.

В упрощенном виде объяснить формирование подобных барических образований можно следующим образом. В холодное время года над юго-востоком Черного моря наблюдается резко выраженная термическая неоднородность между теплой поверхностью моря и горами. При слабых ветрах в этом районе над морем образуется слой теплого воздуха толщиной 1-2 км. На приземных картах погоды ему обычно соответствует барическая ложбина. Возникает перенос воздуха – над нагретой площадью воздух поднимается, вне её - опускается, т.е. в приземном слое возникает стационарная циркуляция, характерная для барической депрессии. Эта барическая депрессия

будет низкой, в верхней части тропосферы она выравнивается или сменяется повышенным давлением. Как правило, формирующиеся внутри одной воздушной массы местные циклоны - это неглубокие барические образования, очерчиваемые одной основной или даже промежуточной изобарой. Они связаны с районами возникновения и не перемещаются в другие районы. Срок «жизни» подобных циклонов от нескольких часов до 2-3 дней, но наиболее часто продолжительность их существования не превышает 1 суток. С возникновением замкнутой циклонической циркуляции происходит и формирование фронтальных разделов в циклоне, которые являются приземными фронтами. Осадки и грозы наблюдаются при прохождении холодного фронта, теплый фронт чаще всего совсем не обнаруживается. Фронты образуются лишь в развивающихся частных циклонах, у которых в тылу наблюдается адвекция холода [18, с. 28].

Прогнозирование формирования подобных барических образований представляет значительные трудности из-за недостатка изученности и отсутствия данных о фактической погоде над акваторией Черного моря. В формировании частных циклонов над Черноморским побережьем Кавказа существенную роль играет направление переноса в нижней тропосфере. В большинстве случаев приземной малоградиентной ложбине соответствует малоградиентная область пониженного давления на уровне 3-4 км, ложбина холода над Черным морем. На высоте 3-4 км наблюдаются слабые южные или юго-восточные потоки.

Можно отметить, что необходимым условием для осуществления частного циклогенеза такого рода являются:

Наличие обширной циклонической области над Малой Азией и ложбины над восточной частью Черного моря

Южные или юго-западные потоки на уровне 3-4 км над востоком Черного моря

Наличие контрастов температур над теплым морем и сушей или морем и холодными воздушными массами над его акваторией.

Достаточное влагосодержание воздушных масс в зоне переноса

Рост давления над северными районами Турции и падение давления на Черноморском побережье Кавказа.

2.2 Формирование снежного покрова

Согласно климатической классификации, район Красной Поляны относится к субтропической черноморской области с избыточным характером увлажнения. Преобладающими здесь являются процессы западной и юго-западной циркуляции в системах атлантических средиземноморских и черноморских циклонов. Количество осадков увеличивается с северо-запада на юго-восток, а также с ростом абсолютной высоты местности. Увлажненность в северо-западной части черноморской области составляет 1000 мм в год, в юго-восточных районах на побережье и у подножия склонов возрастает до 1500-2000 мм, и, наконец, в горах достигает 3800 мм.

В данной работе представлен анализ климатических составляющих за 2 периода. Первый период представлен данными, полученными с метеостанции Ачишхо, функционировавшей с 1926 года по 1988 и гидрометеорологической станции Красная Поляна, действующей и по сей день. Метеостанция Ачишхо находилась на плато близ озера «Зеркальное» на высоте 1800 метров над у.м. Вторая метеостанция находится непосредственно в поселке на высоте 567 метров над у.м.

Второй период представлен данными с 2007 года по 2016, полученными с метеостанции Аибга (2225 над у.м.) и с автоматических метеостанций, установленных на территории курорта «Роза Хутор» на северной экспозиции хребта Аибга.

В первый период наблюдений район красной поляны, а точнее гора Ачишхо была выделена как самая влажная точка на территории Советского Союза. Среднемесячное и суммарное годовое количество осадков представлено в табл. 2. По этим данным можно выделить, что основная сумма осадков

приходится на холодный период года, что указывает на высокие показатели по снегомерным данным (табл. 3), в отличие от других горных районов Большого Кавказа, где она отмечается в летние месяцы. В районе Красной Поляны среднее многолетнее количество осадков холодного периода на высоте 1880 м составляет 2159 мм.

Таблица 2

Среднемесячное и суммарное годовое количество осадков (мм)¹

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тдс Аибга	136	156	134	148	168	105	103	120	137	210	212	208	1837
МС Ачишхо	202	184	139	151	170	107	109	120	138	231	220	270	2159
ГМС Красная Поляна	185	168	154	129	119	128	115	108	136	167	180	206	1795

Таблица 3

Средняя высота снежного покрова (см)²

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ТДС Аибга	200	246	324	309	172	18	0	0	6	12	88	165
МС Ачишхо	249	315	324	303	190	109	0	0	0	30	75	156
МС Красная Поляна	35	49	30	8	1	20	0	0	0	0	21	30

¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

² То же

Аномально высокая снежность района не относится к явлениям локального порядка. Ее происхождение связано с формированием пояса повышенной снежности, протянувшегося вдоль осевой части Главного хребта с юга.

Участки избыточного снегонакопления, как правило, находятся здесь на отдельных массивах или кулисообразных хребтах южного макросклона (Бзыч, Аибга, Гагрский, Бзыбский).

Их объединяет расположение в относительной близости от акватории моря, доступность юго-западным влагонесущим потокам и отсутствие массивных «затеняющих» гребней со стороны побережья.

В эту зону входят юго-западный склон горы Фишт, окрестности горы Большой Чуры, гора Ачишхо, массивы Ах-Аг и Арабика.

Повторяемость зим по снежности по данным м/с Красная Поляна имеет следующее распределение: малоснежные – 48%, среднеснежные – 25%, многоснежные – 16%, аномально многоснежные – 11%.

В многолетнем ряду наблюдается шесть периодов различной снежности: I (1936–1953 гг.) – период резко изменчивой контрастной снежности с чередованием мало- средне- и многоснежных зим; II (1954–1962) – ярко выраженный малоснежный период, в течение которого не наблюдалось ни одной многоснежной зимы; III (1963– 1975) – период с чередованием мало- и многоснежных зим, который завершился самой значительной аномалией снежности за весь период наблюдений зимой 1975/76 г.; IV (1976–1981) – малоснежный период; V (1982–1994) – самый обильный по снежности период с преобладанием аномально-снежных зим; VI (1995–2007) – относительно малоснежный период, в течение которого отмечено только два многоснежных сезона (рис. 10).

Для зимней рекреации наиболее благоприятными являются III и V периоды, когда доминировали многоснежные зимы.

При этом на протяжении V периода отмечено наибольшее число зим с повышенной снежностью. Наименее благоприятными были II и IV периоды с

преобладанием малоснежных зим [9, с. 54].

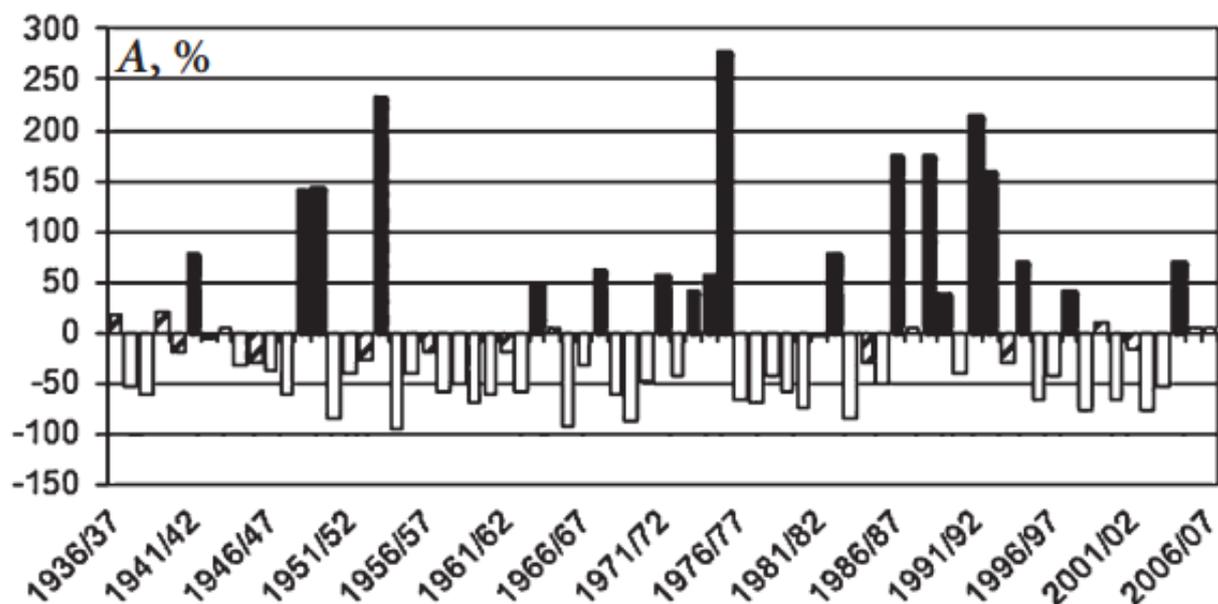


Рис. 10. Аномалии снежности зим (А, %) на м/с Красная Поляна (567 м) за период 1936–2007 гг. [20, с. 48]

Современный период (с 1995 г.) можно охарактеризовать как недостаточно благоприятный с нестабильной заснеженностью нижних частей склонов.

В целом в низкогорном поясе в условиях теплого морского климата преобладают малоснежные сезоны.

Представление о конкретных величинах снежности дает среднемноголетняя толщина снега, рассчитанная для отдельных периодов и для каждого из первых четырех типов зим – 11; 25; 43 и 78 см, соответственно.

По результатам многолетних наблюдений различия в толщине снега между сезонами могут достигать 100 см.

Наибольшие значения (более 100 см) наблюдались в поселке Красная Поляна в 1948/49, 1949/50, 1953/54, 1974/75, 1975/76, 1986/87, 1988/89, 1991/92, 1992/93 гг.

Рекордным по снежности был 1975/76 г., когда среднедекадная толщина снежного покрова на протяжении половины сезона превышала 140 см при абсолютном суточном максимуме 218 см, затем следуют 1953/54 и 1991/92 гг.

(рис. 11).

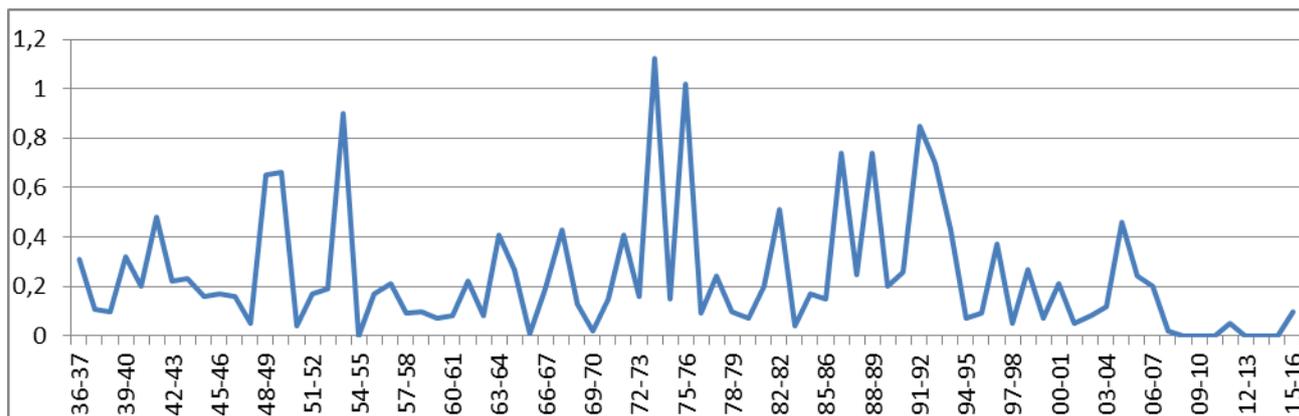


Рис. 11. Снежность зим за период исследований с 1936 по 2016 годы на метеостанции Красная поляна³

О снежности другой высотной зоны, расположенной в горном обрамлении Красной Поляны над днищем долины р. Мзымта, позволяют судить данные ГМС Ачишхо (абс. высота 1880 м). Здесь в апреле 1987 г. по данным метеостанций бывшего СССР зарегистрированы рекордные значения толщины снежного покрова – 796 см. Такие экстремальные величины снежного покрова дали основание условно выделить «полюс» снежности на территории страны. Действительно, во всей наблюдательной сети ГМС найдётся не так много мест, где толщина снежного покрова регулярно превышает отметку 5 м. В уникальных условиях снегонакопления ГМС Ачишхо работала более 50 лет. После зимы 1986/87 г., которая была одной из самых снежных на Большом Кавказе в XX в., наблюдения на этой метеостанции были прекращены.

Географически эта метеостанция располагалась в одноимённом, отдельно стоящем массиве г. Ачишхо (2391 м), на расстоянии около 35 км от Чёрного моря. Со стороны морского побережья это пространство открыто для влажных западных и юго-западных потоков. Сама станция размещалась на плоской открытой поверхности одного из отрогов хр. Ачишхо, шириной около 250 м. Для любой станции весьма актуален вопрос репрезентативности наблюдений. Для ГМС Ачишхо с её рекордной толщиной снежного покрова данный вопрос

³ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

имеет особое значение. В районе ГМС в середине 1980х годов велись специальные исследования по оценке репрезентативности наблюдений за толщиной снежного покрова на протяжении зимних сезонов 1983/84 и 1985/86 гг.

Вблизи станции была разбита специальная снегомерная сеть, состоящая из трёх профилей: одного продольного (850 м) и двух поперечных (по 250 м). Измерения на профилях были приурочены к максимуму зимнего снегонакопления – марту.

Снегомерная сеть включала в себя 135 точек измерений при шаге 10 м. По результатам выполненных исследований зимой 1983/84 г, средняя толщина снега на продольном профиле составила 300 см, на поперечных – 312 и 300 см при осреднённом значении по всем точкам 303 см. На ГМС Ачишхо на момент проведения снегомерной съёмки она составила 305 см. Таким образом, данные по постоянной рейке практически совпали со средней толщиной снежного покрова на платообразной поверхности. Зимой 1985/86 г. выполнена повторная съёмка, которая дала аналогичные результаты.

Эти исследования показали, что данные ГМС Ачишхо достоверно отражают характер фонового распределения снега в окрестностях станции и могут использоваться для оценки снегонакопления в ландшафтных условиях сходного типа.

Снегозапасы бассейна р. Мзымта по результатам маршрутных снегомерных съёмок. Для характеристики снежности района, кроме стандартных наблюдений на метеостанции, широко применяются данные маршрутных снегомерных съёмок, которые проводятся в конце зимы и приурочены к максимуму зимнего снегонакопления.

На Большом Кавказе этот вид наблюдений ведётся с середины 1930х годов. Их цель – определение фонового значения снегозапасов в речных бассейнах и исследование распределения снежного покрова в пределах различных элементов ландшафта. Большая работа по систематизации и обобщению данных снегомерных съёмок на Большом Кавказе выполнена в

1990х годах.

Были обработаны сведения по 62 снегомерным маршрутам, один из которых проходил в бассейне р. Мзымта. Его протяжённость составила 53 км в интервале высот 0–2500 м.

Наблюдения на маршруте вели на протяжении 15 лет (1975–1990 гг.) в пяти высотных зонах. Для анализа снежности зим района наиболее интересна интегральная оценка водозапаса по всему речному бассейну и тем высотным интервалам, в которых находятся ГМС Красная Поляна (500–1000 м) и Ачишхо (1500–2000 м), так как она позволяет ещё раз рассмотреть методическую проблему сопоставления данных линейных снегомерных съёмок с локальными величинами снежности на сетевых станциях.

При сравнении данных по снежности зим, полученных на ГМС Красная Поляна и в процессе маршрутных снегомерных съёмок, обращает на себя внимание согласованный ход аномалий в зимы рекордно высокой снежности – 1975/76, 1982/83, 1986/87 гг. (табл. 3).

Видно, что данные ГМС Красная Поляна не только отражают тенденции изменения снежности в своём высотном интервале (500–1000 м), но и согласуются с аномалиями снегозапасов для всего речного бассейна. Сходная картина наблюдается и для малоснежных зим, но только в интервале высот 500–1000 м. Вместе с тем отмечаются и явные несоответствия.

Так, многоснежная зима 1974/75 г. по данным ГМС Красная Поляна характеризовалась положительной аномалией толщины снежного покрова (67%), а в бассейне р. Мзымта была зафиксирована отрицательная аномалия снегозапасов (–12%).

Распределение осадков по высотам. В распределении осадков важную роль играет ветер, переметая снегонакопления с верхних каровых степеней, на которых отсутствует естественная защита от ветра на более низкие высоты, там где начинается лесополоса (около 1800 метров над у.м.), что видно из рис. 12. Далее температурные режимы приносят свои коррективы, более активно уплотняя снежную массу на средних высотах.

Так же из представленного графика можно выделить нестабильность залегания снежной массы на уровне ниже 1000 метров над у.м.

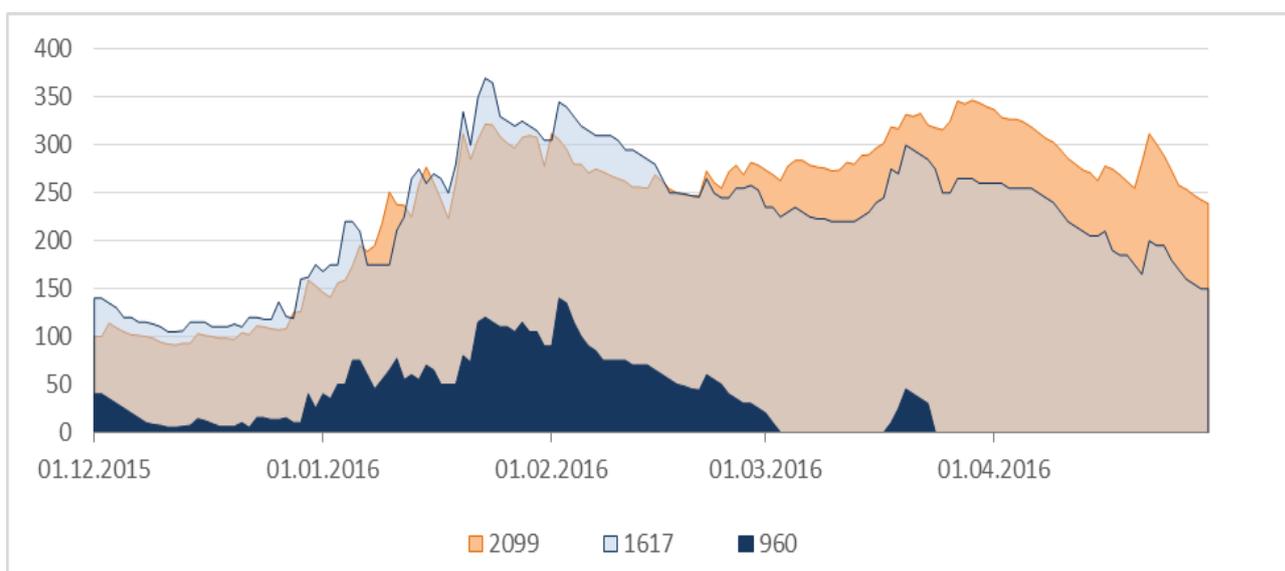


Рис. 12. Развитие снежной толщи по данным дистанционных рек на высотах 2099. 1617 и 960м. в сезоне 2014-2015 гг.⁴

Статистическая оценка тренда в изменении снежности (приведенная рис. 11) показывает, что в последнее десятилетие высота стабильного залегания снега сместилась до 1000 метров по абсолютной отметке, что можно связать с общим потеплением климата в рамках исследуемого периода.

Так, январь 2016 года стал показателем, когда уровень снежного покрова на высоте 2000 метров над у.м. достиг отметки 330 см, что стало рекордным показателем для этого месяца за последние 8 лет исследований.

Однако, на высоте 700 метров над у.м. снег пролежал менее 3х недель и достиг отметки в 55см, что соответствует показаниям полученным в первый период исследований (1936-1988) в малоснежные зимы.

Из рис. 13, в котором представлено среднее количество осадков по данным АМС 4 с декабря по апрель, прослеживается тенденция к уменьшению количества осадков.

Из рис. 14, за исследуемый период, можно выделить понижение среднемесячной температуры в декабре и январе, что компенсирует повышение

⁴ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

температур в последующие три месяца. Четко прослеживается тенденция к потеплению, в масштабе исследуемого десятилетия на рис. 15.

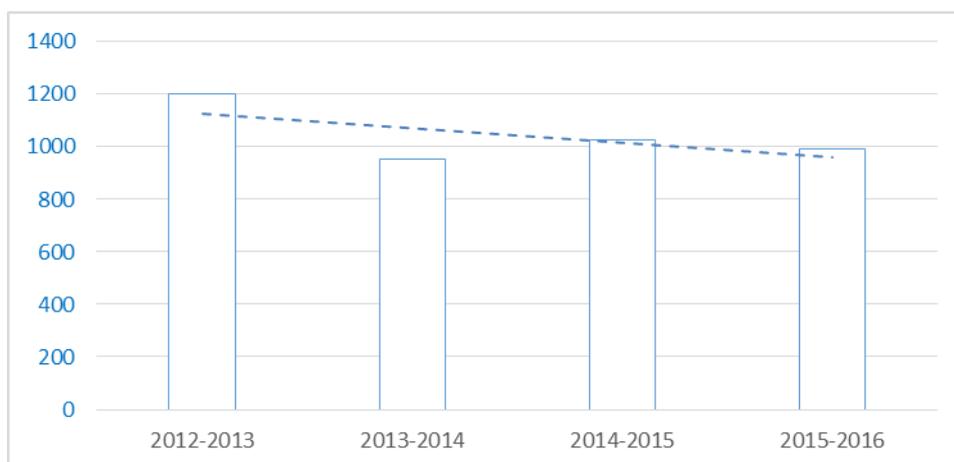


Рис. 13. Суммы осадков за сезоны в разные годы по данным АМС-4⁵

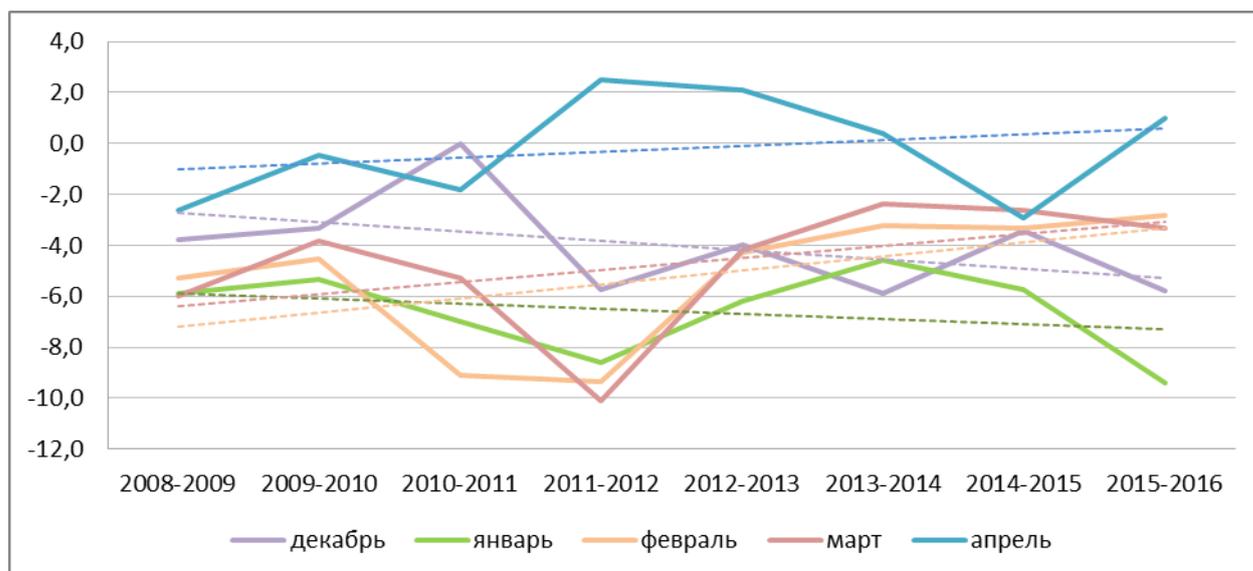


Рис. 14. Среднемесячные значения температуры воздуха за период 2007-2016 гг. и линейные тренды (АМС-1, 2320м)⁶

Для района красной поляны, в зимний период, характерно выпадение осадков при температурных режимах колеблющихся в районе 0°C. Что в призма современного потепления (рис. 15) и распределения температур согласно высотности (рис. 16) безусловно сказывается на накопления снега, чем и можно объяснить нынешнее отсутствие стабильного снежного покрова ниже

⁵ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

⁶ То же

отметки 1000 метров над у.м. и соответственно в самом поселке, на протяжении уже более 15ти зим.

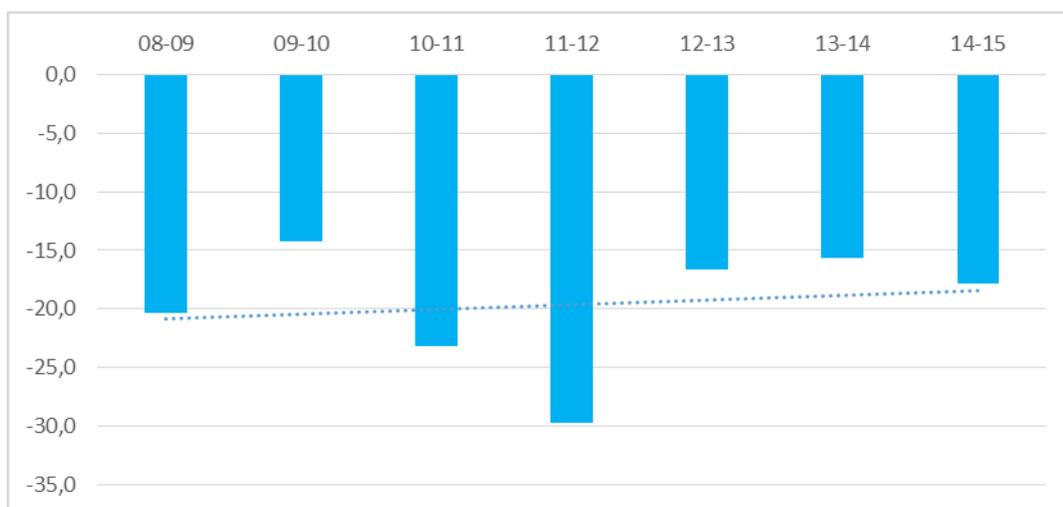


Рис. 15. Суммы среднемесячных температур воздуха за сезон и линейный тренд за период 2008-2015 гг. (АМС-1, 2320м.)⁷

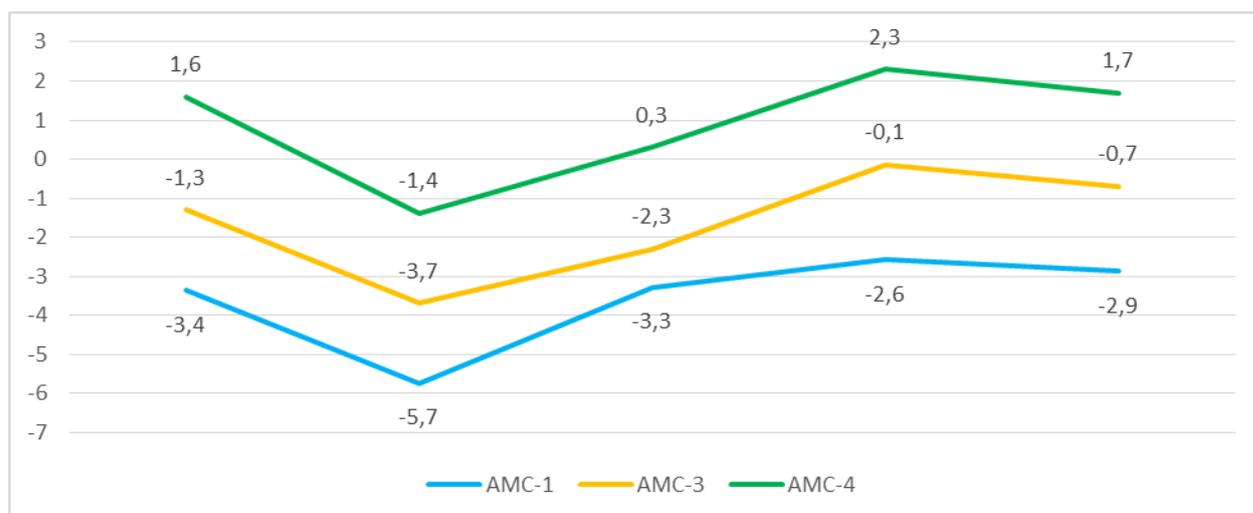


Рис. 16. Распределение среднемесячных температур по высотам за сезон 2014-2015⁸

Район Красной Поляны характеризуется выраженной изменчивостью гидрометеорологических и снеголавинных условий. Это обусловлено широким диапазоном абсолютных высот, климатическими характеристиками, геоморфологическим условиями и т.д. Косвенно это подтверждается

⁷ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

⁸ То же

имеющимися фондовыми данными метеостанций, расположенных в р-не Красной Поляны: м/с Красная Поляна, м/с Лаура, м/с Ачишхо, ТДС «Аибга» и АМС 1-8 Роза Хутор. Это означает, что, не смотря на довольно компактное расположение этих метеостанций, утверждать о репрезентативности для конкретных территорий или о возможности экстраполяции их данных - преждевременно.

Следовательно, не смотря на то, что в целом район Красной поляны с точки зрения гидрометеорологии изучен достаточно хорошо, для получения необходимой метеорологической информации, необходимо вести наблюдения за ходом основных метеорологических элементов непосредственно в районе работ. Сбор, обработка, анализ информации, с целью формирования современного банка данных, в будущем даст возможность уточнения степени репрезентативности данных фондовых материалов.

Снежный покров формируется на склонах хребта Аибга при относительно высоких температурах воздуха (небольшие отрицательные значения, близкие к 0°C). Снег почти всегда ложится на не промерзший грунт. При этом снежные хлопья обуславливают хорошее сцепление с подстилающей поверхностью даже на очень крутых склонах (до 50°). В начале зимы значительное увеличение толщины снежного покрова происходит при сильных и продолжительных снегопадах.

2.3 Факторы влияющие на сход лавин, их сезонность

Под лавиноопасным периодом понимается интервал времени, в течение которого условия снегонакопления и характер его устойчивости на склонах, обусловленные развитием метеорологических условий и процессов внутри снежного покрова, приводят к сходу снежных лавин. Таким образом на формирование лавин влияет одновременно множество факторов, начиная от орографического строения рассматриваемой области, заканчивая облачностью в рассматриваемый период [15, с. 44].

Из отчетов с 2007 по 2016 годы по снеголавинным наблюдениям, проведенным на курорте «Роза Хутор» и графиков, представленных в приложении 1 можно выделить 2 основных периода формирования лавин.

Это лавины краткосрочного формирования. Лавины, сформированные не более чем за несколько суток, непосредственно снегопадами. И состоящие из свежего, чаще сухого снега. Такие лавины характерны для зимнего периода- с ноября по март, в иные зимы до середины апреля.

Лавины продолжительного формирования. Такие лавины являются результатом процессов, происходящих в снежной толще на протяжении длительного периода, почти всегда состоят из мокрого снега, с возможным захватом грунта. Могут собираться до рекордных объёмов. Сезон схода ориентировочно с марта по май.

Как было сказано ранее, Красная Поляна это район с температурным режимом, колеблющимся в районе 0°C на протяжении всей зимы, поэтому смена сезонности и типов лавин может происходить не один раз за зиму.

Так, в феврале 2016 года можно было наблюдать мокрые лавины, сход которых был спровоцирован длительными положительными температурами в приземном слое атмосферы. В марте и апреле того же года были зарегистрированы многочисленные сухие лавины, вызванные обильными сухими снегопадами.

Несмотря на короткие сроки созревания лавин первого типа, на их формирование влияет большое количество факторов, таких как коротковолновая солнечная радиация, кристаллическое строение свежавыпавшего снега, температурные режимы и градиенты во время снегопада, сила ветра, его направление и относительная влажность воздуха.

Атмосферные кристаллы за период от формирования до выпадения претерпевают сильные перепады температур, поэтому они имеют различную структуру. Всегда в основе лежит ядро конденсации, начальный кристалл, максимально переохлажденная частица, более других расположенная к коагуляции (рис. 17).

После формирования основного кристалла происходит процесс конденсации влаги из парообразного состояния сразу в твердое, минуя жидкую фазу. В приложении 4 представлена классификация и условные обозначения основных видов кристаллов свежеснегавшего снега и стадий их развития в снежной толще, принятые международной Комиссией по Снегу и Льду в 1951 году. Поскольку данный раздел посвящен свежеснегавшему снегу, рассмотрим соответствующие типы кристаллов.

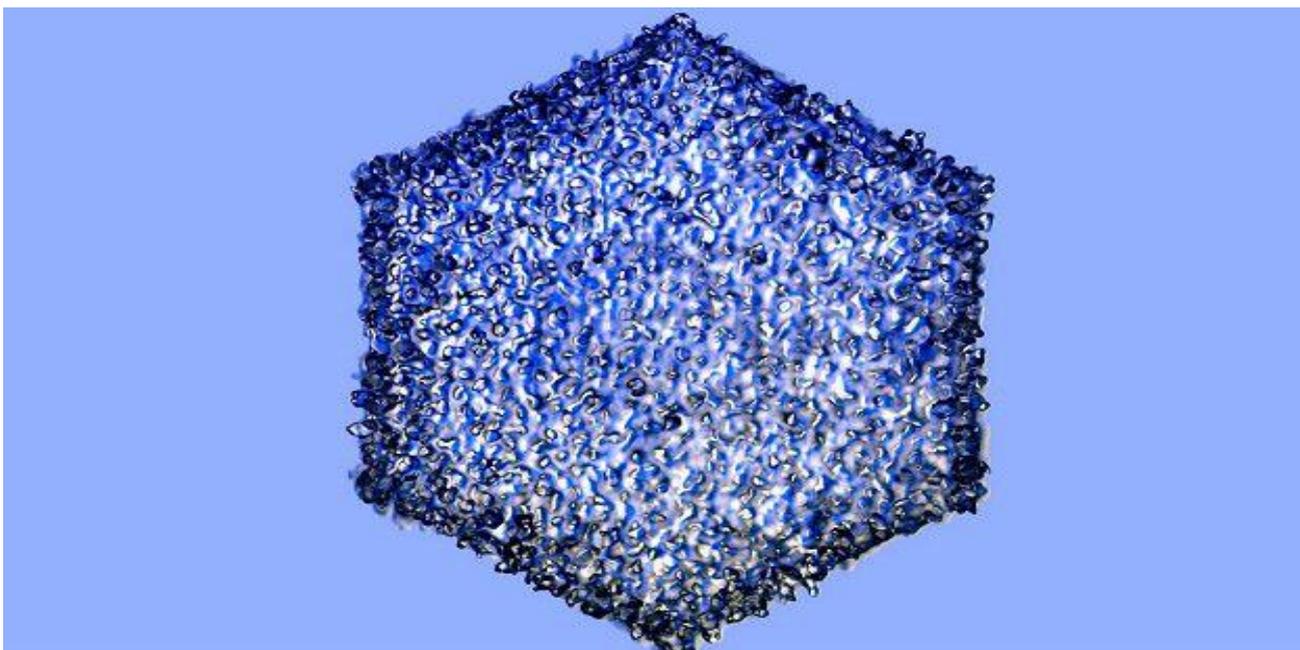


Рис. 17. Центральный кристалл [17, с. 34]

Звездчатые дендриты. Это форма идеального кристалла, сформированного при низкой температуре воздуха (около -15°C) и высокой влажности.

Влага конденсируется вокруг центрального кристалла в виде 6 лучей правильной формы с ответвлениями, имеющими ветвящуюся, древовидную структуру, и перегородками между ними.

Размер одного кристалла достигает в среднем 4-6мм (рис 18).

Такие кристаллы формируют очень пористый, воздушный и легкий снежный покров с минимальными показателями плотности (30 кг на м^3).

Для климата исследуемого района характерны рекордные показатели влажности воздуха, способствующие формированию хлопьев, размер которых

может достигать 30 мм.



Рис. 18. Звездчатые дендриты [17, с. 35]

Столбцы, сплошные или полые (рис. 19). Для их формирования, как и для формирования игл (рис. 20) необходимы более низкие показатели температур (минус 5-10°C) и влажности, чем для дендритов что позволяет судить о меньших сроках их формирования. Чаше, такие кристаллы выпадают при сильном ветре. Ложатся они достаточно плотно друг к другу, давая слабый прирост, но имея относительно высокую плотность.

Не редко, при прохождении сильного циклона над районом Красной Поляны при около нулевых температурах, начало выпадения осадков обусловлено выпадением снежной или даже ледяной крупы с дальнейшим переходом к осадкам в виде снега. Такой сценарий развития событий является самым неблагоприятным, поскольку крупа имея круглую форму с размером от 0,5 до 4 мм создает слабый слой, способствующий сходу последующих слоев, при достижении ими определенной массы.

Сильный ветер так же привносит свой клад, в особенности в сочетании с положительными температурами, воздействующими на покров, забирая высвободившуюся влагу и превращая его в лед и формируя ветровую кору.



Рис. 19. Кристаллы снега в виде столбцов [17, с. 37]

Последующие снегопады ложатся на скользкую поверхность, имея слабую связь с ней, и задерживаются лишь за счет шероховатостей поверхности и выступов рельефа (рис. 20).



Рис. 20. Кристаллы снега в виде игл [17, с. 37]

Ярким примером такой ситуации может служить период с 7 февраля по 14 марта 2016 года (приложение 1), тогда на протяжении длительного периода снег находился под влиянием положительных температур и периодических

осадков в жидком виде, смачивающих не только поверхностные слои но и проникающих на глубину до метра от поверхности снега и формируя новые глубинные корки в наиболее гигроскопичных слоях.

Последующий снегопад сопровождался резким понижением температуры воздуха с -2° до $-12,5^{\circ}\text{C}$ за сутки на высоте 2000м над у.м. Сухой и пушистый снег, на крутых участках склонов не связывался с плотной ледяной коркой, толщиной до 10 см (приложение 2) на протяжении семи снегопадов. До тех пор, пока температура воздуха не вернулась к около нулевым показателям, корка формировавшаяся на протяжении более месяца солнцем и ветром оставалась на 70 процентах поверхности в зонах зарождения лавин.

Температурные градиенты во время прохождения снегопадов также формируют слои со слабыми связями, поскольку температура воздуха оказывает непосредственное влияние на плотность, температуру и форму кристаллов свежего снега. Поэтому даже незначительные перепады температур за непродолжительный снегопад могут формировать неоднородные по своим свойствам слои, причем не имеющие визуального подтверждения и выявляющиеся при проведении специальных тестов. Явная связь прослеживается между температурой воздуха и плотностью выпавшего снега. Например, при выпадении снега с температурой около -10°C , плотность снега может составлять 30 кг на м^3 , при температуре воздуха приближающейся к 0°C плотность свежеснег выпавшего снега приближается к значениям около 200 кг/ м^3 .

Так же на неоднородность слоев во время снегопада влияет влажность воздуха - чем выше влажность, тем плотнее снег. То же можно сказать и о ветре неоднородные по своим свойствам слои, причем не имеющие визуального подтверждения и выявляющиеся при проведении специальных тестов (рис. 21). Немаловажную роль при снегопадах играет состояние поверхности старого снега. В особенности это проявляется при продолжительных перерывах между снегопадами. Тогда, поверхность снежного покрова подвергается воздействию солнечной радиации (в особенности склоны северо-восточной и юго-западной экспозиции).



Рис. 21. Внешне однородный слой свежесневыпавшего снега, проявляет разные физические свойства при проведении специального теста⁹

Направление и сила ветра играет ключевую роль в распределении осадков. В исследуемом районе преобладают ветра южного спектра направлений (рис. 22-26).

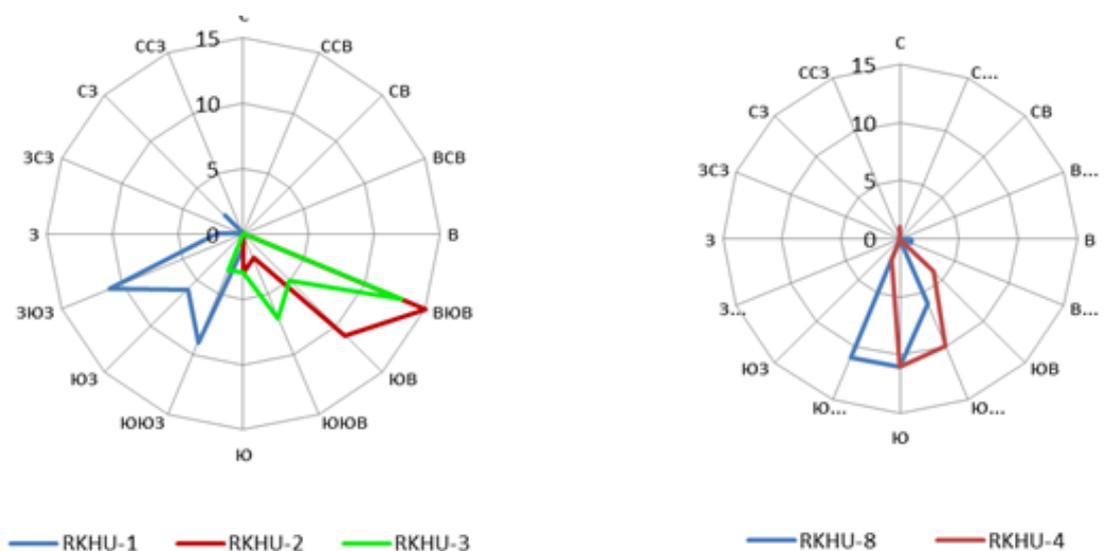


Рис. 22. Роза ветров по данным пяти автоматических метеостанций за декабрь 2012 года¹⁰

⁹ Рисунок сделан в процессе исследования

¹⁰ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

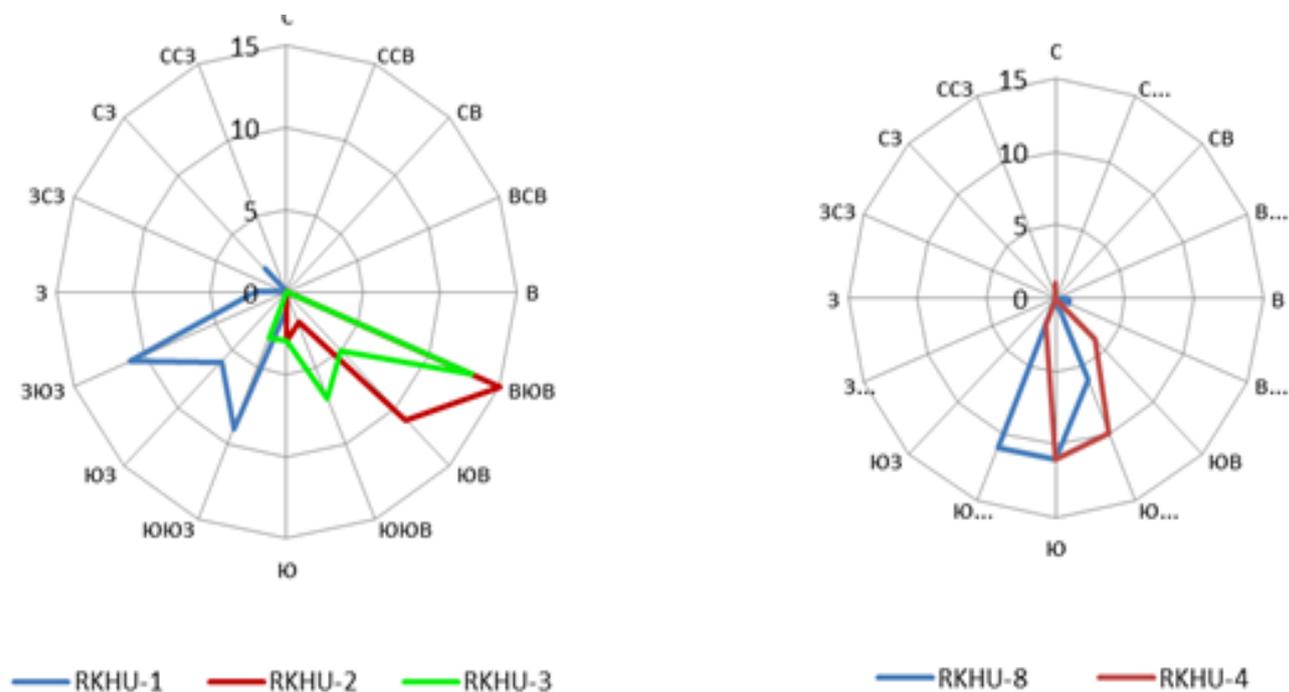


Рис. 23. Роза ветров по данным пяти автоматических метеостанций за январь¹¹

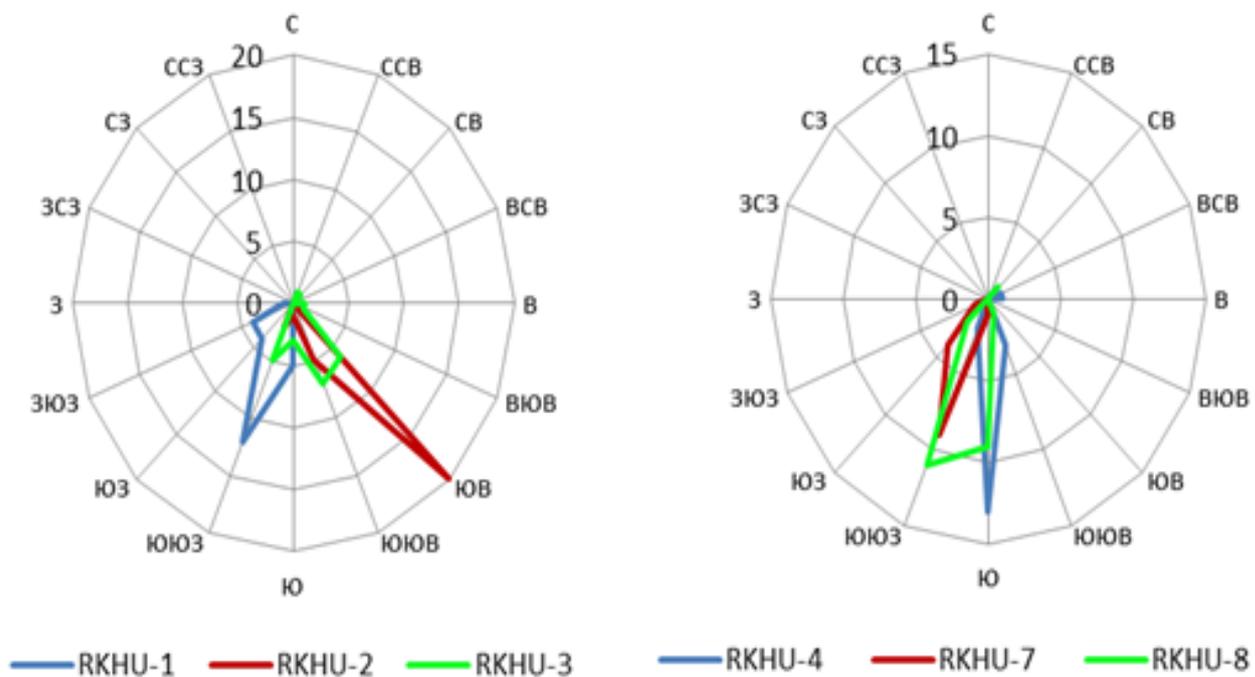


Рис. 24. Роза ветров по данным шести автоматических метеостанций за февраль 2012 года¹²

¹¹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹² То же

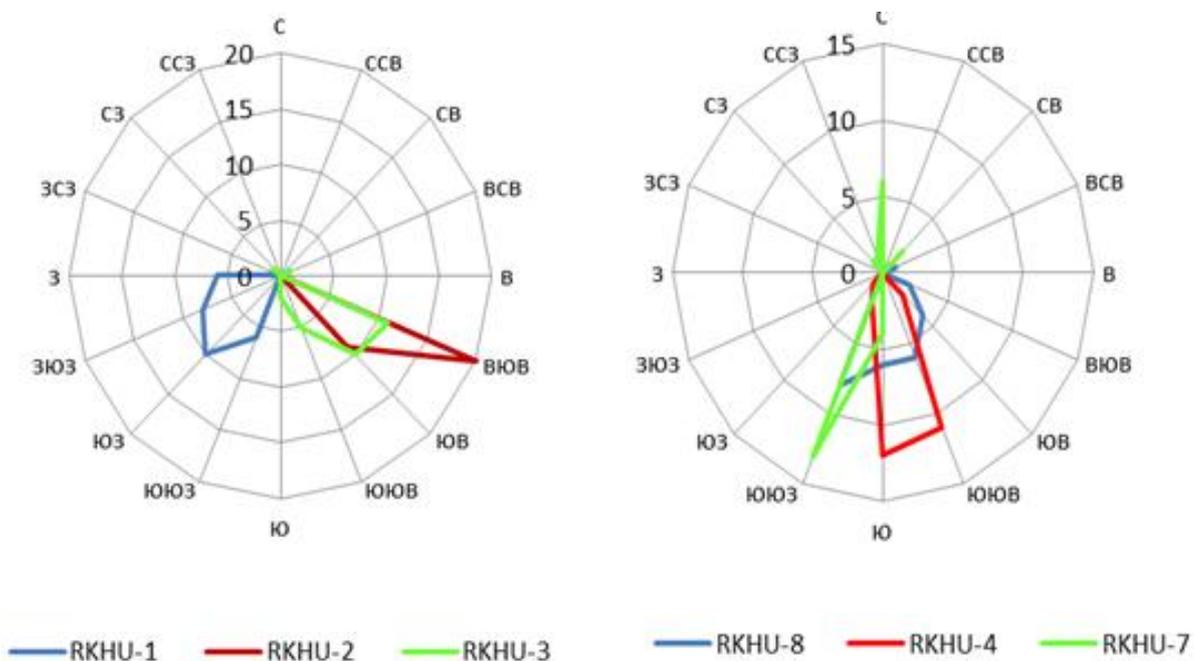


Рис. 25. Роза ветров по данным шести автоматических метеостанций за март 2013 года¹³

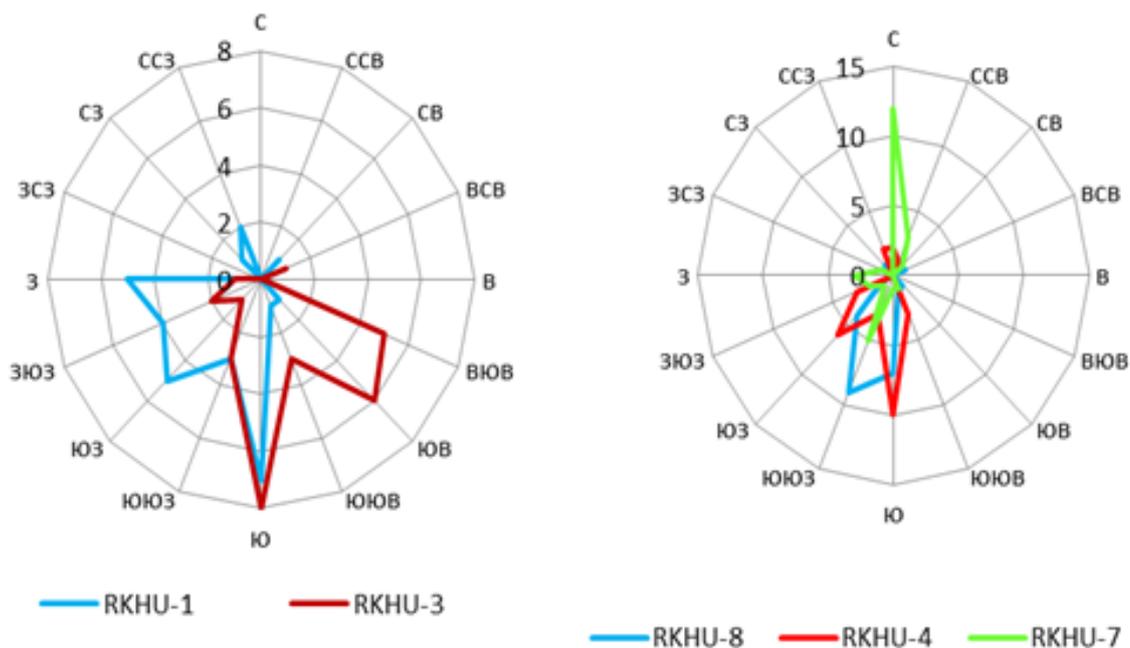


Рис. 26. Роза ветров по данным шести автоматических метеостанций за апрель 2013 года¹⁴

Из представленных выше диаграмм следует, что в регионе преобладают

¹³ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹⁴ То же

ветра южного направления, из наблюдений за снегонакоплениями можно сделать вывод, что при ветре имеющем скорость более 10 м/с снег откладывается на подветренных склонах, при силе ветра менее 10 м/с снег откладывается на наветренных склонах. Не редки случаи, когда во время снегопада снегомерные рейки не только не отображают прироста, но и дают обратный результат, это конечно связано с сильным ветром, распределяющим накопления соответственно своему направлению и силе.

В таких случаях речь идет о метелевом переносе, зачастую формирующем так называемые ветровые доски. Ветер, переметая кристаллы снега, ломает их уплотняя и формируя в пласты с однородными физическими свойствами. Для лавин с таким генезисом характерен сход от линии. Линии отрыва, в рамках исследуемой рекреации могут достигать длины до 300 метров и глубины до 1,5 метров, собирая объемы до 1500м³ и состоящие исключительно из свежего снега (рис. 27).



Рис. 27. Линия отрыва ветровой доски от 01.12.15¹⁵

Примером может служить снегопад от 01.12.15, который длился всего 8 часов и сопровождался сильным ветром до 20 м/с ЮЮЗ направления

¹⁵ Рисунок сделан в процессе исследования

(приложение 1).

За время снегопада выпало около 50 сантиметров осадков, которые сформировали сильные накопления на ССВ экспозиции и вызвали сход снежных масс в лавинных очагах 13Е 13-15 (приложение 3).

После окончания снегопада, периодом повышенной лавиноопасности считаются последующие 3 дня, в течение которых снег либо набирает прочность за счет внешних факторов и собственного веса, либо сходит. Наиболее ярким фактором, воздействующим на свежий снежный покров, является интенсивная солнечная радиация.

Поскольку, как правило, на смену циклона приходит антициклон, зачастую свежий снег сразу подвергается воздействию солнечных лучей. В ходе наблюдений за состоянием снежного покрова, было выявлено, что не смотря на морозный воздух и запас холода в снеге, солнечная радиация способна приводить в движение снежные массы не достигшие нулевых температурных показателей.

Особенно хорошо это наблюдается при легком и воздушном снеге, вглубь которого легко проникает солнечная радиация, достигая поверхности скал, которые аккумулируют в себе тепло и воздействуют на снег уже со второй стороны.

Лавины такого характера формируются «из точки» и расходятся конусом, захватывая прогретый слой снега.

Логично сделать вывод, с учетом местной орографии, что наиболее подвержены этому влиянию склоны северо-восточной экспозиции, имеющие достаточные углы наклона в зоне зарождения и испытывающие на себе максимально продолжительное влияние солнца (примерно с 7:00 до 13:00, в зависимости от месяца).

Послеобеденное солнце не имеет достаточной силы и влияет на южные, более пологие склоны.

В приложении 5 приведена ведомость лавин зимнего сезона 2014 – 2015 гг. на ГЛК «Роза Хутор», на основании которой составлена табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Соотношение лавин длительного и короткого формирования за сезон 2012-2013 на ГЛК «Роза Хутор»¹⁶

тип лавины	месяцы								всего за зиму
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Краткосрочного формирования	0	35	76	29	69	0	0	0	209
свежевыпавшего	0	0	4	6	29	0	0	0	39
метелевого	0	35	72	23	40	0	0	0	170
Продолжительного формирования	0	3	0	0	28	48	0	0	79
инсоляционные	0	3	0	0	10	20	0	0	33
адвекционные	0	0	0	0	5	18	0	0	23
смешанные	0	0	0	0	13	10	0	0	23
Всего	0	38	76	29	97	48	0	0	288

Лавины продолжительного формирования. Снежная толща это масса снега, формирующаяся на протяжении всего холодного периода не только снегопадами, сопровождаемыми различными показателями метеоэлементов, но и непосредственным влиянием на саму толщу - солнца, температуры воздуха, влажности, ветра и силы тяжести. Снежные слои претерпевают множество изменений за счет тепло и влаго обмена между собой, землей и атмосферой, изменяя таким образом свою структуру, жесткость, плотность, влагонасыщенность, температуру и как следствие силу трения между собой. Все эти процессы очень сложно прогнозируются и требуют постоянных наблюдений и анализа.

¹⁶ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Количество лавин по высоте зоны зарождения¹⁷

высота зоны зарождения лавин, м	месяцы								всего за зиму
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
1200-1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500-1800	0	0	3	3	5	0	0	0	11
1800-2100	0	1	10	6	23	8	0	0	48
2100-2400	0	37	63	20	69	40	0	0	229
Сумма	0	38	76	29	97	48	0	0	288

Согласно книге «Эволюционная концепция метаморфизма снега на основе кристалломорфологии и теории симметрии» автора Коломыйц ЭГ, сухой снежный покров стремится пройти в течение зимы направленную, не замкнутую траекторию сублимационно-метаморфического цикла, состоящего из трех периодов: деструктивного, конструктивного и регрессивного [17, с. 38]. В этом труде изложена эмпирически обоснованная теория эволюции сезонного снежного покрова, опирающаяся на его кристалломорфологию и законы природной симметрии. Каждый из трех периодов представлен тремя отдельными стадиями развития кристаллов. И эта модель применима к большинству лавиноопасных регионов страны, там где среднесуточная температура в зимний период стабильно ниже нуля - Хибины на Кольском полуострове, Камчатка, Саяны, Уральские горы, центральный Кавказ.

Но, температурные режимы исследуемого региона вносят свои коррективы в эти процессы, дневная температура имеющая плюсовые значения зачастую сменяется отрицательными показаниями ночью, что способствует формированию слоев таяния-замерзания. Так же модель формирования

¹⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

кристаллов в снежной толще в исследуемом районе отличает наличие жидких осадков, приносящих свободную влагу в снежные слои, которая способствует развитию иных сценариев формирования кристаллов.

Таким образом, можно сделать вывод о циклическом характере формирования снежной толщи, о постоянной смене деструктивного и конструктивного метаморфизма, что делает не приемлемым применение стандартной линейной модели формирования кристаллов. Следовательно, речь идет о менее качественных процессах их формирования. Так, например, высшей стадией конструктивного метаморфизма, в стандартной модели эволюции кристаллов, является глубинная изморозь. В глубине снежной толщи путем сублимации свободной влаги вокруг центральных частиц, формируются чашеобразные, полые и хрупкие кристаллы, размером до полутора миллиметров, создавая слабый слой (рис. 28). Процесс формирования таких кристаллов может длиться месяцами и должен сопровождаться отрицательными среднесуточными температурами. За время исследований с 2008 года снежных отложений в районе Красной Поляны глубинной изморози обнаружено не было.

Конечно, нельзя полностью отрицать этого явления в исследуемом регионе, так как вполне возможны ранние стадии формирования глубинной изморози, в редких условиях. Например, лавина, сошедшая 16 апреля 2016 года на курорте Альпика-Сервис. Уникальность ее формирования состояла в том, что благодаря особенностям рельефа, в денудационной воронке, на высоте с минимальными среднесуточными температурами, в рамках курорта (около 2200 метров над у.м.), сформировалось максимально возможное для уклона более 35°, снегонакопление (более 3х метров).

На такой глубине, в изоляции от воздействия атмосферных температур вполне могли сформироваться небольшие кристаллы глубинной изморози. Но все же, триггером для этой лавины послужил оторвавшийся, под воздействием солнца и положительной температуры козырек, длиной в 4 метра, и вовлекший, благодаря слабому слою, пласт глубиной до 3х метров и общим

объемом до 15000 кубических метров (рис. 29).

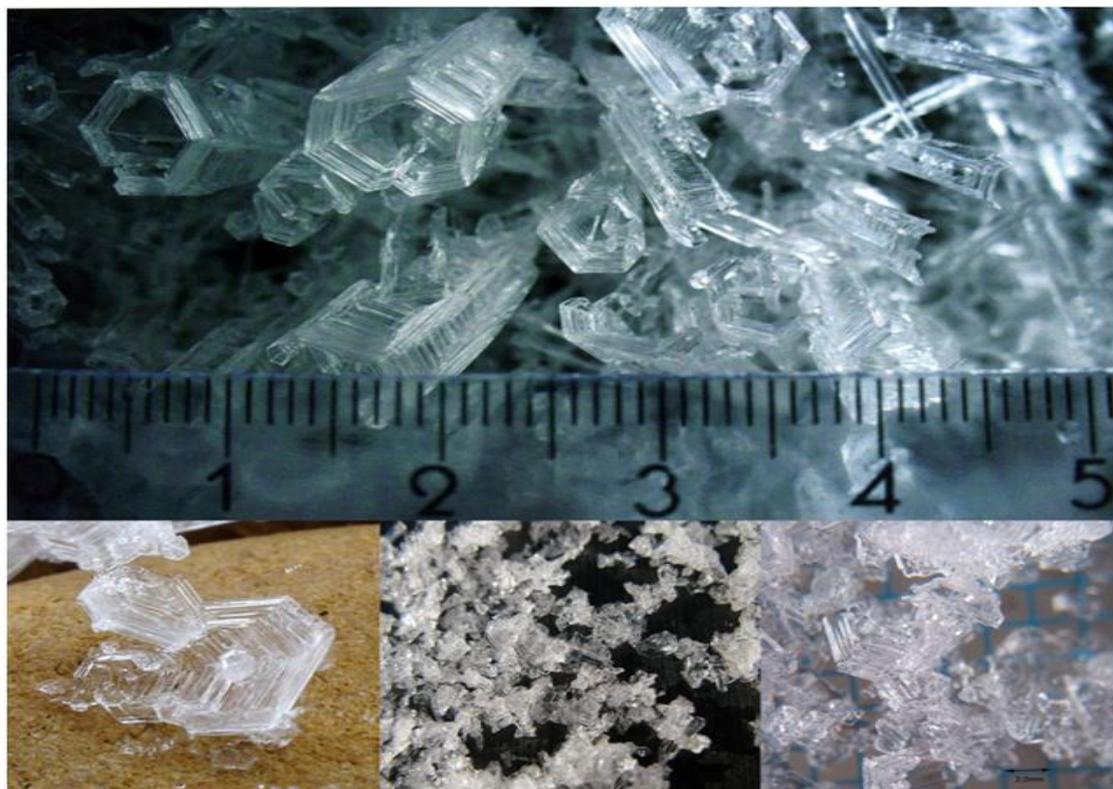


Рис. 28. Чаши глубинной изморози [1, с. 11]



Рис. 29. Лавина, сошедшая на курорте «Альпика-Сервис» 16.04.2016¹⁸

Но поскольку это единичный и весьма не однозначный случай, делать

¹⁸ Рисунок получен в процессе исследования

выводы о лавинной опасности связанной с формированием глубинной изморози рано. Наибольшую опасность, в исследуемом районе представляет метаморфизм таяния-замерзания.

Поскольку в районе Красной Поляны, снежная масса регулярно подвергается воздействию положительных температур и не редко осадков в жидком виде, то логично сделать вывод о наличии свободной влаги в снегу. Свободная влага, проникая вглубь снежной толщи, обладающей отрицательными температурами, замерзает вокруг кристаллов, образуя иные кристаллические формы и связи между ними. Постоянное повторение цикла таяния-замерзания приводит к формированию различных слоев, от рыхлого и крупнозернистого (до 3 мм) до ледяных корок. Состояние перекристаллизованных слоев зависит от их начальных показателей, таких как температура, плотность, гигроскопичность и начальной форма кристаллов.

Интенсивность таяния снега влияет на его прочностные характеристики. Например, при умеренном таянии, снег плавно проседает, свободная влага медленно проникает в нижележащие слои и скоро замерзает, сохраняя снег сухим, в общей массе. Но при интенсивном таянии или при обильных осадках в жидком виде, свободная влага, промачивая кристаллы, разрушает их и связи между ними и проникает глубже, до тех пор, пока не упрется в более плотный слой, чаще корку, способный удержать дальнейшее проникновение влаги. В таком случае вода, сформировав тяжелые влагонасыщенные слои в верхней части снежной тощи, начинает стекать по корке, подмывая и разрушая кристаллы снега и формируя опасное соотношение сырого и сухого снега. Лавины такого типа характерны для весеннего периода, когда слабые отрицательные температуры ночью уже не успевают компенсировать разрушительное действие высоких положительных температур днем.

Таким образом, на основании таблицы 4 можно сделать выводы о сезонности лавин краткосрочного формирования с декабря по март, и лавин долгосрочного генезиса с марта по апрель.

Глава 3 Прогнозирование схода лавин и защита от их воздействия

3.1 Прогноз лавин в исследуемом регионе

Красная поляна это динамично развивающийся регион, интерес к которому со стороны туристов и горнолыжников, после проведения олимпиады и развития инфраструктуры, растет с каждым годом. В связи с ростом спроса растет и предложение - развиваются и реконструируются горнолыжные курорты, строятся новые канатные дороги, прокладываются новые маршруты, километраж горнолыжных трасс растет. В связи со значительным увеличением территории эксплуатируемой человеком возникает необходимость в научном обеспечении информацией о возможных опасных природных явлениях. Для низовьев реки Мзымта потенциально опасными являются паводки, шторма и смерчи. Для горной местности опасные явления связаны в первую очередь с сильными ветрами и обильными осадками, особенно в зимний период. Тем более, когда речь идет о горнолыжных курортах - рекреациях, с огромными территориями, простирающимися от долины реки Мзымта, до скальных поясов на высоте до 2300 метров над уровнем моря. Безусловно, в первую очередь речь идет о лавинной безопасности. Ее обеспечением в исследуемом районе занимаются специалисты как на государственной основе (РосГидроМет), так и на частной (противолавинные службы курортов). Постоянно ведутся наблюдения как за изменением состояния атмосферы, так и снежной толщи, что дает достаточный объем данных для составления субъективной оценки лавинной опасности, основанной на опыте специалистов. Но, помимо субъективной оценки, на официальном уровне, возникает необходимость в объективной, не привязанной к мнению основанном на опыте, а построенной на непредвзятом отношении к ситуации математической модели.

Анализ лавинной ситуации строится на множестве параметров, основным фактором безусловно является наличие снежной массы, так же для формирования лавины необходим определенный уклон, играет роль состояние подстилающей поверхности, взаимодействие слоев в снежной толще, их

температура, кристаллическое строение и плотность, внешнее влияние метеоэлементов на толщину - солнечная радиация, температура воздуха, его влажность, ветер распределяющий свежие осадки, осадки, их количество и состояние. Поэтому вопрос о лавинном прогнозе в общем порядке, не привязанном к определенной местности, имеет лишь теоритический характер, представляя общую модель, которую сложно применить на практике, так как она не может включать в себя всех особенностей местности. Так в качестве теоритической, обобщенной модели, можно рассмотреть Инструкцию Прогнозирования Лавинной Опасности автора Зимина М.И., предназначенную для прогнозирования лавинной опасности, возникающей из-за снегопадов и метелей, а так же для прогноза лавин вызываемых перекристаллизацией снега лавин из мокрого снега.

В анализе участвует множество параметров, таких как угол склона, толщина снежного покрова, длина зоны зарождения лавины по гипотенузе, сумма осадков за последние 24 ч до составления прогноза, средняя интенсивность осадков за последние 3 ч, скорость ветра (используется скорость максимального порыва ветра за последние 24 ч до составления прогноза), средняя температура воздуха за период наличия снега на склоне, время нахождения снега на склоне, толщина снега на склоне в начале наблюдений, средняя толщина снега за последние 10 суток средняя температура воздуха за последние 10 суток.

Эти параметры подвергаются 53 циклам вычислений с выявлением коэффициентов, отражающих взаимосвязь разных групп параметров. В итоге мы получаем оценку лавинной опасности по пяти бальной шкале, объем возможных лавин и степень возможной разгрузки исследуемого лавинного очага в процентах.

При этом, автор сам указывает на завышенную оценку лавинной опасности, «так как подобные явления могут привести к значительным материальным потерям и человеческим жертвам». Что является неприемлемым при анализе состояния снежной толщи в рамках горнолыжных

курортов, работающих на коммерческой основе. Так же в процессе изучения методики анализа противолавинной службой ГЛК «Роза-Хутор» были выявлены следующие несоответствия:

1) данные на 34-36° резко отличаются от остальных в сторону увеличения ЛО;

2) если хотя бы одна из температур (средняя за сутки, за весь период, за 10 дней) выше минус 1, ЛО - 3 (значительная);

3) если текущая ВСП меньше 1 метра (например, 0,99м), ЛО - 1 (низкая) при любых других переменных;

4) если текущая ВСП более или равна 1 метру, а средняя за 10 дней меньше 1 метра (например, 0,99м), ЛО - 3 или 4.

5) модель не реагирует на изменение ВСП.

Безусловно, наиболее точным, будет лавинный прогноз не только смоделированный на параметрах определенной местности, а основанный на информации, полученной прямо на месте эмпирическим путем, через статистические данные, собранные не за один зимний период. Так, начиная с 2006 года, исследуется территория горнолыжного курорта «Роза-Хутор», собираются данные о снегонакоплениях на всех высотах, ведутся журналы регистрации снегопадов и метелей, регистрируются лавины, их объемы и причины сходов, восемь автоматических метеостанций ведут запись изменения состояния атмосферы с интервалом в 15 минут.

Как уже писалось ранее, Красная Поляна- район с большим снегонакоплением, пик его, чаще всего, приходится на март. Первый снег, выше уровня 1500 метров над уровнем моря ложится в конце ноября, начале декабря, с этого же момента начинается лавиноопасный период. Второй по важности, составляющей лавинную опасность, является рельеф. За многолетние наблюдения была выявлена зависимость формирования лавин от угла склона, которая представлена в рис. 30.

Составление карт лавинной опасности. Пространственный прогноз строится по геоморфологическим и геоботаническим признакам, и позволяет

определить место предполагаемого схода лавины, зону ее зарождения, транзита и отложения, также траекторию движения и возможные объёмы. Так, к примеру, молодой лес, растущий в зоне лавинного транзита, высота деревьев которого не превышает 3х метров, может свидетельствовать о сходе мокрых разрушительных лавин в данном лавинном очаге с периодом до пяти лет, эрозионно-аккумулятивные процессы так же могут свидетельствовать о наличии лавин и их объемах.

В приложении 3 представлена карта всех лавинных очагов, исследуемого курорта, построенная в первую очередь на статистических многолетних данных, с учетом рельефа местности и растительности, и представляющая собой схему с примерной траекторией движения возможных лавин, на которую нанесены трассы, канатные дороги и административные здания, находящиеся в возможной опасной зоне. Схема эта создана на основании данных о максимальных объемах лавин, сошедших в определенном лавинном очаге, соответственно, отслеживая прирост свежего снега, можно строить прогноз об объемах возможных лавин и длин их транзитов, что значительно упрощает анализ лавинной ситуации.

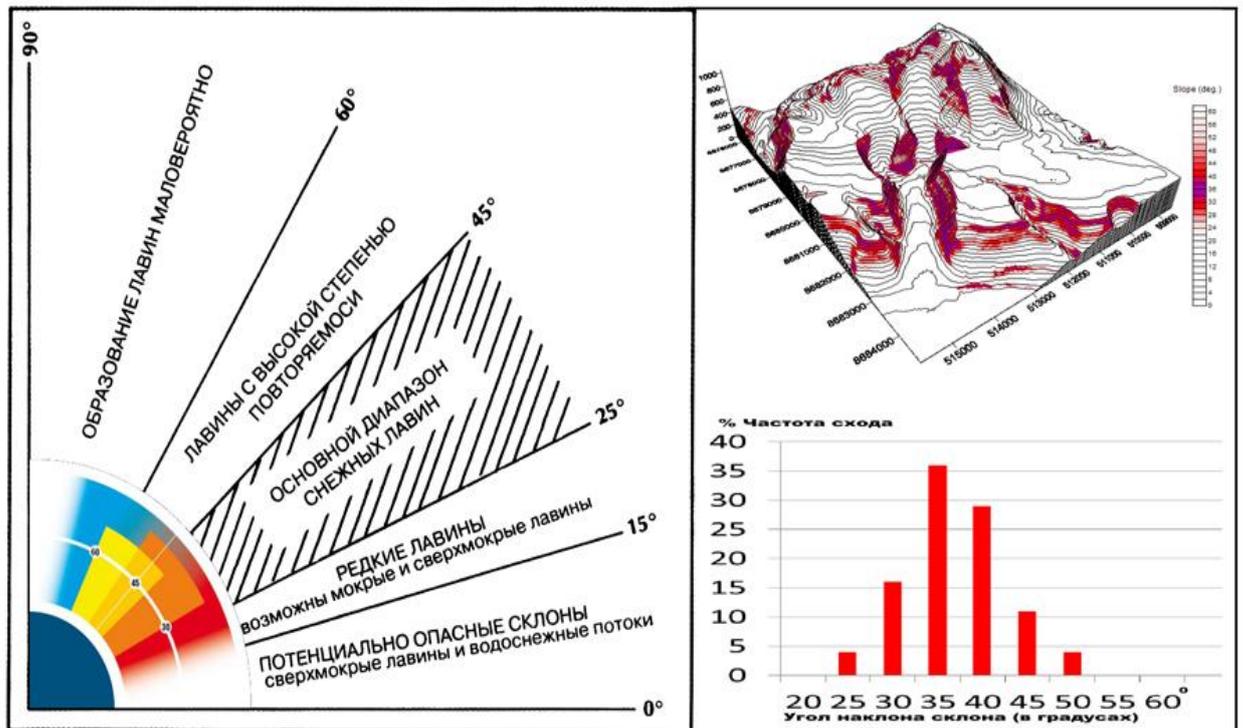


Рис. 30. Вероятность схода лавин от угла склона [2, с. 53]

Третьим элементом, который необходимо учитывать при построении анализа лавинной ситуации, является взаимосвязь слоев в снежном покрове. Этот параметр требует самого пристального внимания. Поскольку каждый год формируется уникальная снежная толща, состоящая из уникальной комбинации слоев разной толщины, структуры, влагонасыщенности, плотности, жесткости. Соответственно, здесь, нельзя переложить опыт прошлых зим, поскольку каждую зиму приходится иметь дело с разными показателями. Тем более, что слои подвержены метаморфизму - плавному процессу изменения кристаллов снега и как следствие изменения их физических параметров.

Поэтому важнейшей составляющей в отслеживании лавинной ситуации является выкапывание шурфов, что позволяет отслеживать эволюцию кристаллов снега, выявлять слабые слои, следить за температурой слоев, их плотностью и степенью насыщенности влагой. В приложении 2 представлена стратиграфия, построенная на данных, полученных в шурфе 12 марта 2016 года.

Помимо регистрации показаний, в шурфе проводятся различного рода тесты имеющие схожий принцип действия. Выкапывается колонна, на глубину около полутора метров, которая подвергается механическому вертикально направленному воздействию, с целью выявления слабых слоев. Самый распространенный из них это Блок-тест. Размер выкопанной колонны составляет 30 на 30 сантиметров. Она подвергается десяти слабым ударам от кисти, десяти ударам от локтя и десяти тяжелым ударам от плеча, таким образом, выявляются слои со слабой силой трения между собой. Результаты позволяют судить о степени лавинной опасности (рис. 31).

Таким образом, можно сделать вывод о невозможности одностороннего формирования лавинного прогноза, основанного исключительно на теоритической или практической модели, т.к. необходимо их взаимодействие, постоянное взаимное подтверждение или опровержение.

На данный момент мы не имеем идеальной математической модели, которая бы в полной мере строилась на параметрах, соответствующих

исследуемому региону и давала достоверную оценку лавинной опасности, имеющей высокий процент совпадения с действительной ситуацией.

ЧТО ОЗНАЧАЮТ РЕЗУЛЬТАТЫ Compression Test

Рушится во время выкапывания	Крайне неустойчивый снежный покров
Рушится при кистевых ударах	Крайне неустойчивый снежный покров
Рушится при ударах от локтя	Неустойчивый снежный покров
Рушится при ударах от плеча	Относительно устойчивый снежный покров

Рис. 31. Значения результатов блок-теста [7, с. 24]

Наиболее эффективным способом защиты от разрушительного воздействия лавин является их предупредительный спуск, так же инженерные средства защиты.

3.2 Средства активного воздействия

Понятие Активные Средства Защиты включает в себя системы по воздействию на снежную массу с целью предупредительного спуска лавин.

Таковыми системами являются - Система Gazex, Avalancher и DaisyBell. Все эти системы являются результатом многолетних исследований европейских противолавинных служб.

В 1989 году, после 15 лет испытаний и экспериментов в управлении сходом лавин, французская фирма T.A.S. (Альпийские Технологии Безопасности) создала и запатентовала систему Gazex, которая инициирует принудительный сход лавин, используя механизм активного воздействия на основе смеси кислорода и пропана.

Такие установки используются по всему миру, как для защиты склонов горнолыжных курортов, так и для защиты дорог, туннелей и жилых комплексов. В России, впервые, система Gazex была установлена в 2002 году на горнолыжном комплексе «Альпика-Сервис» (Краснодарский край, Красная Поляна), и с 2008 г. на курорте «Роза-Хутор».

Система, инициирующая сход лавины, оказывает тройное действие:

- сдвиг снега вниз перед установкой активного воздействия, инициирующей сход лавины, при помощи продуктов сгорания смеси газов
- уплотнение снежного покрова
- сейсмическая волна после запуска установки активного воздействия увеличивает площадь охвата снежного покрова.

Сама система состоит из двух частей (рис. 32).

Shelter - командный пункт управления, в котором располагаются резервуары с пропаном и кислородом, клапаны, электрические и электронные системы управления, устройство для приема радиосигналов, метеостанция, устройство по определению параметров снежного покрова. Одно укрытие может обслуживать до пяти exploder-ов (установок активного воздействия).

Exploder (рис. 33) - установка активного воздействия представляет собой металлические трубы, расположенные непосредственно в лавиносборах, к которым подведены газопроводящие трубы из резервуаров, находящиеся в командном пункте.

Внутри exploder-а происходит смешение газа 1:6 (кислород-пропан), о чем указывает датчик, дающий автоматический сигнал к взаимодействию газовой смеси. Толчком к взаимодействию служит электрический заряд.



Рис. 32. Шелтор и Эксплодер системы газекс¹⁹

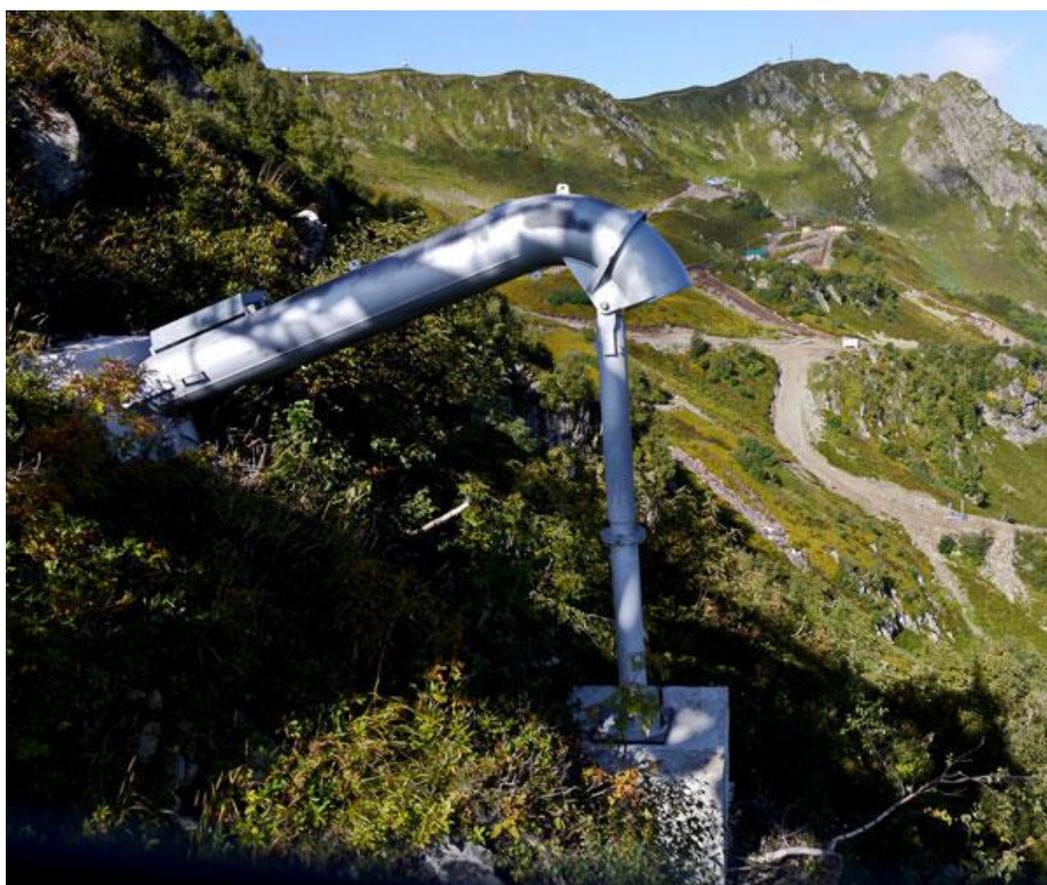


Рис. 33. Эксплодер системы Газекс²⁰

¹⁹ Рисунок сделан в процессе исследования

²⁰ То же

К началу зимы Shelter загружается газовыми баллонами, вся система проверяется и подготавливается к работе. Работа системы запрограммирована. Оператор подает команду на запуск с помощью специального кода в компьютерной программе, открываются клапаны, exploder заполняется газовой смесью и в определенный момент осуществляется автоматическое воспламенение. Происходит направленный взрыв газовой смеси, который инициирует сход лавины (рис. 34).



Рис. 34. Система Газекс во время эксплуатации²¹

Сигнал от сейсмодатчика на экране компьютера подтверждает толчок и возможный сход снежной массы. После этого оператор (его помещение может находиться на любом расстоянии от объекта) может запросить по компьютеру следующую Shelter или exploder.

Вся система работает в течение сезона, в любое время, при любых

²¹ Рисунок сделан в процессе исследования

погодных условиях, и обеспечивает сход лавин, задолго до того, как они наберут разрушительную силу и массу. Что имеет двойной эффект. Вследствие принудительно спуска лавин малого объема, не способного нанести большой вред растительности, в зоне транзита ранее разрушительных грунтовых лавин, растут и набирают мощь деревья, в свою очередь оказывающие удерживающие свойства.

Но, к сожалению, система Gazex не решает всех проблем, так как находятся в определенных лавиносборах и остается еще достаточно локальных лавиноопасных участков. Для решения этой задачи на курорте «Роза Хутор», планируется использование «аваланчеров» и системы - DaisyBell («колокол»)

«Аваланчер» или Avalanche - это пневматическая пушка, которая пришла на замену артиллерийским орудиям (рис. 35).



Рис. 35. Система Аваланчер [19, с. 65]

Снаряд-ракета заправляется специальными жидкими компонентами (которые сами по себе не опасны) и детонатором. Пушка может быть

установлена стационарно, в определенном месте или же используется её передвижная модель на базе различной колесно-гусеничной техники. Дальность выстрела около 2 километров. Более подробно можно узнать у американских разработчиков на сайте www.avalanchemitigationservices.com, а историю создания прочесть в книге "Охотники за лавинами" Монтгомери Отуотера или на сайте www.snowavalanche.ru

DaisyBell - это новейшая технология активного воздействия на лавины. Она дает возможность обработать самые труднодоступные лавинсборы или оказать воздействие на зоны, где необходимость принудительного спуска лавин вызывается определенными условиями. Система представляет собой металлический конус, закрепляемый обычным тросом к вертолету, в котором содержится все специальное оборудование (рис. 36).

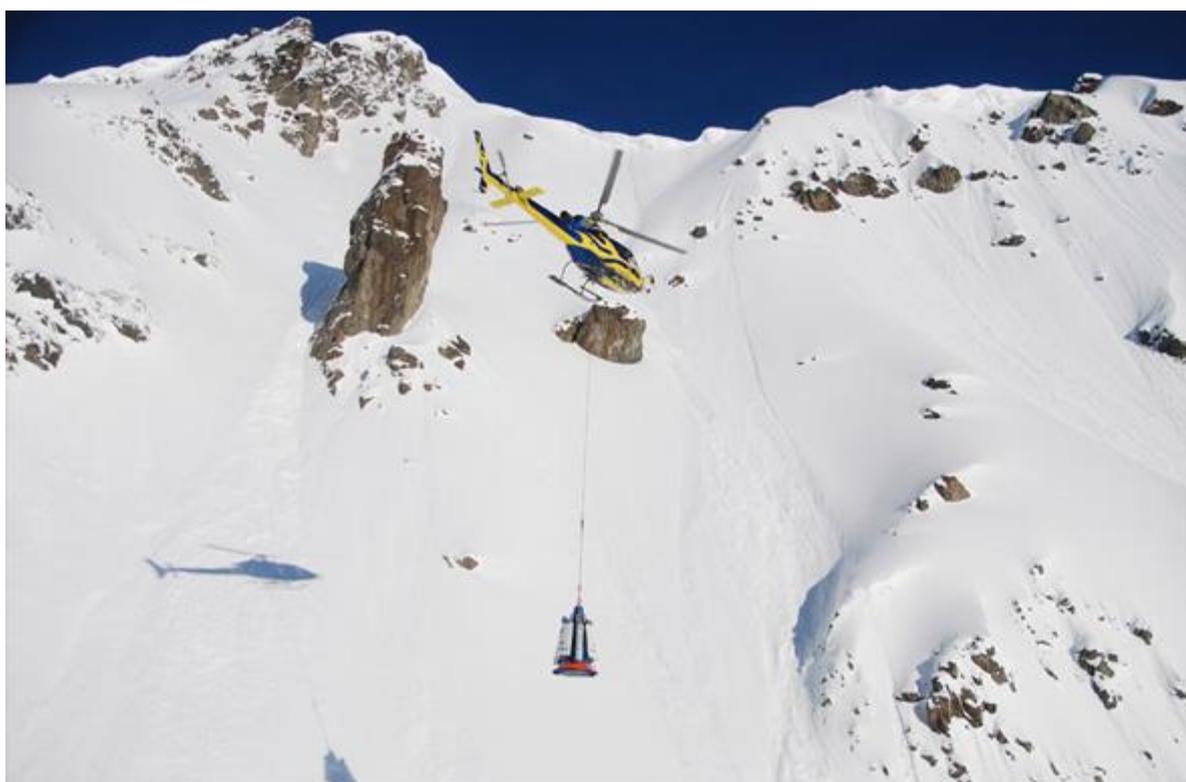


Рис. 36. Эксплуатация системы Daisy Bell [19, с. 66]

Принцип работы Daisy Bell состоит в дистанционном инициировании подрыва кислородно-водородной смеси, находящейся в металлическом конусе, на высоте 3-5 метров над снежной поверхностью, непосредственно из кабины

вертолета при помощи беспроводного устройства. Конус сделан из высокопрочной стали, что позволяет ему удерживать смесь газа до воспламенения и направлять взрыв на снежную толщу.

3.3 Пассивные средства защиты

Одним из надежных способов защиты от лавин является изменение пути их движения с целью отвода снеголавинного потока в сторону от защищаемого объекта или направление его по строго фиксированному руслу. Достигают этого строительством лавинорезов, отбойных дамб и направляющих стенок.

Лавинорезы представляют собой клинообразные в плане конструкции, направленные острием против движения лавины (рис. 37).



**Рис. 37. Лавинорез, защищающий опору канатной дороги от
возможного воздействия снежных масс²²**

²² Рисунок сделан в процессе исследования

Их строят, чтобы разделить лавинный поток на две части и направить их в обход какого-то сооружения или участка.

На «Роза Хутор» их устанавливают для защиты опор канатных дорог от воздействия снежных лавин.

Так же на территории курорта были построены три земляные лавиноотводящие дамбы, которые в течение зимнего сезона 2011-12 отлично справились со своей задачей (рис. 38).



Рис. 38. Лавиноотводящая дамба²³

Расположенные под углом к лавинному потоку, они изменяют направление движения лавины, уводя ее в сторону от защищаемых объектов (рис. 39).

Для удержания снега на склонах, в зонах зарождения лавин активно используются снегоудерживающие сетки (рис. 40).

²³ Рисунок сделан в процессе исследования



Рис. 39. Траектория движения снежной лавины²⁴



Рис. 40. Снегоудерживающие сети²⁵

²⁴ Рисунок сделан в процессе исследования

²⁵ То же

Они надежно удерживают снежные плиты и хорошо сопротивляются динамическим нагрузкам при образовании трещин в плите и ее подвижке. А также затормаживают или полностью предотвращают сползание рыхлого сухого и мокрого снега.

Заключение

Поселок Красная Поляна - это район Большого Кавказа, отличающийся повышенным снегонакоплением. Здесь на горном плато Ачишхо зарегистрированы рекордные значения толщины снежного покрова среди метеорологических станций бывшего СССР. Средняя из наибольших декадных толщин снега достигает 472 см при абсолютном максимуме 796 см в апреле 1987 года. Аномально высокая снежность района не относится к явлениям локального порядка. Ее происхождение связано с формированием пояса повышенной снежности, протянувшегося вдоль осевой части Главного хребта с юга. Участки избыточного снегонакопления, как правило, находятся на отдельных массивах или кулисообразных хребтах южного макросклона (Бзыч, Аибга, Гагрский, Бзыбский). Их объединяет расположение в относительной близости от акватории моря, доступность юго-западным влагонесущим потокам и отсутствие массивных «затеняющих» гребней со стороны побережья. В эту зону входят юго-западный склон горы Фишт, окрестности горы Большой Чуры, гора Ачишхо, массивы Ах-Аг и Арабика. Мягкий субтропический климат побережья вкупе с высокими снежными показателями горного кластера послужили основной предпосылкой для проведения XXII Зимних Олимпийских Игр. Проведение Олимпиады в корне изменило историю поселка. Буквально за 5 лет изменилась его внутренняя инфраструктура, были построены новые автомобильные и железные дороги и новые горнолыжные курорты.

На основе анализа атмосферной циркуляции района поселка Красная Поляна и факторов накопления снежного покрова можно сделать следующие **выводы** о формировании снеголавинной обстановки в этом районе.

1. Принципиальная особенность климата региона, касающаяся атмосферной циркуляции, состоит в том, что для зимнего периода типичным является поступление циклонов с юго-западного спектра направлений, преимущественно со Средиземного моря, а для летнего периода характерна антициклоническая погода, в значительной мере связанная с отрогом азорского

центра действия атмосферы. При всем том, осадки могут выпадать из циклонов различного происхождения во все сезоны года.

2. Из наблюдений за лавинами выявлено существование 2х основных видов лавин и их сезонность. Для периода с ноября по март характерны лавины краткосрочного формирования, состоящие преимущественно из свежавыпавшего снега. Для весеннего периода, с марта по май, характерен сход лавин длительного формирования с рекордными объемами. Опасность представляют оба вида лавин.

3. Зоны зарождения лавин чаще относятся к скальному поясу и имеют высотность от 1800 до 2400 метров над уровнем моря. В исследуемом регионе преобладают ветры южных направлений, что делает склоны северных экспозиций лавиноопасными из-за метелевого переноса и формирования над ними снежных козырьков.

4. В распределении снегонакопления главную роль играют вертикальные температурные градиенты и ветровой режим. Ниже 1600 метров над уровнем моря преобладают положительные температуры. В этой зоне наблюдается спад снегонакопления вплоть до отметки 1000 метров над у.м., где преобладают дожди и снежный покров нестабилен. Ветер перераспределяет свежие твердые осадки по высоте. Мы наблюдаем сдувание снега с верхних уровней на уровни ниже 1900 метров. Снег уносится с незащищенных растительностью лугов скального пояса в пределы лесопокрытой зоны.

5. В условиях близости субтропического климата снежная толща региона регулярно подвергается воздействию положительных температур. При этом в снежных толщах постоянно повторяются циклы таяния-замерзания кристаллов. Циклы препятствуют долговременной перекристаллизации слоев и формированию глубинной изморози. Тем самым выявлено отличие от стандартной линейной модели эволюции кристаллов, свойственной большинству лавиноопасных регионов страны. Возникает более полное понимание формирования в нашем регионе физических свойств снежной толщи, ее устойчивости и податливости к смещениям.

Список использованной литературы

1. 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.
2. Вивчар А.Н.. изменение лавинной опасности на территории Западного Кавказа в условиях современного изменения климата и интенсификации рекреационного освоения // Материалы Третьей Международной конференции «Лавины и снежные вопросы». – Кировск: «Патит медиа», 2007. – С. 53-54.
3. Дюнин А.К. В царстве снега. АН СССР. – Новосибирск: Изд. Наука, Сиб. Отд, 1983. – С. 60
4. Ефремов Ю.В., Панов В.Д., Лурье П.М. Орография, оледени, климат Большого Кавказа: опыт комплексной характеристики и взаимосвязей. – Краснодар: Издательство КГУ, 2007. – С. 6-7.
5. Заруднев В.М., Салпагаров А.Д., Ильичев Ю.Г., Хома И.И. Снежные лавины Западного Кавказа. Вып. 37. Теберда. – Ставрополь: Изд. ТГБЗ, 2004. – с. 38-40.
6. Зимин М.И., Шабельников В.А., Тимишев В.М., Зиминая, С.А. Результаты практического применения математического моделирования физико-механических процессов в структурно-неоднородных телах. Деп. Винити, № 3936-В99. – 69 с.
7. Инструкция по проектированию и строительству противолавинных сооружений. СН. 517-80. – М.: Стройиздат, 1980. – 68 с.
8. Куваева Г.М., Сулаквелидзе Г.К., Читадзе В.С., Чоторлишвили Л.С., Эльмесов А.М. Физические свойства снежного покрова Большого Кавказа. Гляциология. М.: Изд-во «Наука», 1967. – № 17. – С 33.
9. Лавиноопасные районы Советского Союза / под ред. Г.К. Тушинского. – М.: Изд. МГУ, 1970. – 189 с.
10. Олейников А.Д. Снежные ресурсы района Красной Поляны (Западный

Кавказ) Лед и снег. - М.: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2013. – С 40-41.

11. Погорелов А.В. Снежный покров Большого Кавказа. Опыт пространственно-временного анализа. – М.: Наука, 2002. – 256 с.

12. Роджер Г. Барри. Погода и климат в горах. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – С. 19-20.

13. Руководство по изучению селевых потоков. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 44 с.

14. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 2, Выпуск 1. Европейская часть СССР и Закавказье. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – С. 23-27.

15. Трошкина Е.С. Лавинный режим горных территорий СССР. Итоги науки и техники. Т.11. Сер. Гляциология. – М.: Изд. ВИНТИ, 1992. – 278 с.

16. Тушинский Г.К. Ледники, снежники, лавины. – М.: Географгиз, 1963. – 198 с.

17. Тушинский Е.А. Гуськова Е.Ф. Губарева В.Д. Перекристаллизация снега и возникновение лавин. – М.: Изд. МГУ, 1953. – 57 с.

18. Фёдорова В.В., Лысак Д.П. Физико-географические, погодноклиматических и сезонные особенности района проведения Игр. Местные особенности основных синоптических процессов. – М.: Наука, 2007. – с. 23-30.

19. Шабельников В.А. Об организации проведения противолавинной защиты горноклиматических курортов в районе п. Красная поляна (р. Мзымта) // Материалы гляциологических исследований. – М., 2004. – № 96. – С. 65-67.

20. Шабельников В.А., Зимин М.И. Оценка лавинной опасности района планируемых горнолыжных трасс на северном склоне хребта Аибга (Западный Кавказ) // МГИ, 2002. – Вып. 93. – С. 47-51.

21. Сайт НАСА [Электронный ресурс]. URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/?p=geographic> (дата обращения: 03.05.2016)