

УДК 551.578.48 - 551.583

## **Макроциркуляционные условия главных событий «зим лавинных катастроф» в Швейцарских Альпах**

Селиверстов Ю.Г. yus5@yandex.ru

Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова. 119991 Москва, Ленинские горы

Macro-circulation conditions of the main events of the "winters of avalanche disasters" in the Swiss Alps

Seliverstov Y.G.

Faculty of Geography MSU 119991, Russian Federation, Moscow, GSP-1, Leninskie gory

Key words: catastrophic avalanches, time series, macro-circulation, territory, morphometry, response

### Abstract

The research of the sequence of changes of atmospheric elementary circulation mechanisms during periods of release of the catastrophic avalanches in the Swiss Alps is done. Morphometric parameters of the territories in which the events occurred are recognized.

К настоящему времени накоплен определенный опыт исследования условий образования снежных лавин с использованием типизации циркуляции атмосферы Северного полушария по методу Б.Л. Дзердзеевского. Для отдельных горных районов мира была установлена повторяемость сходов лавин при действии различных элементарных циркуляционных механизмов [4]. По данным Кадастра лавин СССР [2] определено, что влияние зональной циркуляции на массовое лавинообразование увеличивается от окраинных районов с увеличением континентальности климата, а действие ЭЦМ меридиональных северной и южной групп изменяется в противоположном направлении [5].

Толчком к проведению настоящего исследования стало повторное прочтение книги популяризатора науки В.Фляйга «Внимание, лавины!» [7]. Описывая последствия массовых сходов снежных лавин в Альпах зимой 1950/51 гг., Фляйг обратил внимание на то, что, в отличие от окружающих регионов, в земле Форарльберг (Австрия) не было вызванных лавинами смертельных случаев. Он использовал термин «снегоулавливающие долины», характеризующий горные территории, на которых при определенных условиях за короткий промежуток времени выпадают значительные массы снега. Одним из объектов исследования являются территории, откликнувшиеся, перефразируя Фляйга, «катастрофическими лавинами» на мощные снегопады в Альпах в зимы 1950/51, 1953/54 и 1998/99 гг. Вторым объектом стали макроциркуляционные процессы, вызвавшие эти чрезвычайные ситуации.

Зимы 1950/51, 1953/54 и 1998/99 гг. остались в истории альпийских стран из-за значительного материального ущерба и большого числа жертв, которые были вызваны массовыми сходами катастрофических лавин. Помимо тяжелых социальных последствий, эти лавины в большинстве своем имели и другие признаки катастрофичности [1] – были редкой повторяемости и распространились далеко за пределы минеральных конусов выноса. События этих зим дали толчки развитию лавиноведения – появились новые методики исследований, модели обрушения и движения лавин, разрабатывались и внедрялись противолавинные мероприятия, совершенствовались методы прогноза времени схода лавин и их размеров.

В практике фоновых прогнозов лавин часто используется сопоставление информации о сходах лавин с синоптическими ситуациями и связанными с ними погодными условиями. Как правило, в таких прогнозах используется типизация атмосферных процессов по

направлению их движения [6]. Наличие больших рядов данных о сходах лавин позволяет выявить те или иные синоптические ситуации, при которых лавины сходят часто или, напротив, обрушений не происходит. После анализа синоптической ситуации дальнейшая разработка прогноза осуществляется с учетом оценки строения и свойств снежного покрова в лавинных очагах.

В настоящей работе исследовались последовательности смены ЭЦМ в дни со снегопадами, приведшими к сходам катастрофических лавин, определялась повторяемость таких последовательностей на протяжении XX века. В качестве источника данных о лавинах использовались отчеты Швейцарского института снеgolавинных исследований (SLF) [8, 9, 10]. По месту схода все лавины имеют привязку к соответствующим территориальным единицам - общинам. Данные о макроциркуляционных процессах получены из Календаря последовательной смены ЭЦМ [3].

«Колоссальное» по определению Фляйга [7] количество снега, выпавшего на альпийские склоны, позволяет предположить, что, в соответствии с генетической классификацией В.Н. Аккуратова [1], сошедшие лавины следует отнести к типу лавин из свежевывавшего снега. Т.е. предшествующая снегопадам перекристаллизация снега не имела решающего значения для обрушения лавин, а разрыв мог происходить внутри свежевывавшего снега или по его контакту со старым снегом.

Первый исследуемый период начался снегопадом 12 января 1951 г. и продолжился до 23 января. Количество осадков за период в отдельных районах превысило 300% от нормы. Интенсивность снегопада достигала более 15 мм/час. Средний прирост снега составил 2,5 м. 19-20 января произошло сильное потепление. На высотах до 2000 м шел дождь. Отмечено 768 катастрофических лавин в 136 общинах Швейцарии. Общее количество жертв лавин в Альпах за этот период составило 220 человек. Уже на пятый день (16 января) последовательность смены ЭЦМ стала уникальной (Таблица 1). Максимальное количество лавин пришлось на 19-22 января. Точные даты схода лавин часто не были установлены.

**Таблица 1. Последовательность смены ЭЦМ за период 12.01.1951 – 23.01.1951 и ее повторяемость в XX веке**

Дата	12.01	13.01	14.01	15.01	16.01	17.01	18.01	19.01	20.01	21.01	22.01	23.01
ЭЦМ	<b>1а</b>	<b>1а</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>10а</b>	<b>10а</b>	<b>10а</b>	<b>10а</b>
XX век	3039	253	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1

Второй период продолжался с 3 по 15 февраля 1951 г. Количество осадков в отдельных районах превысило 600% месячной нормы. На наблюдательных пунктах зафиксировано до 4 м свежевывавшего снега. 35 погибших в лавинах на территории Альп. 144 катастрофические лавины в 48 общинах Швейцарии. Повторяемость последовательности смены ЭЦМ (таблица 2) к моменту начала массового схода катастрофических лавин (11 февраля) встречалась на протяжении XX века 3 раза, а уже на следующий день она стала уникальной.

**Таблица 2. Последовательность смены ЭЦМ за период 3.02.1951 – 15.02.1951 и ее повторяемость в XX веке, а также ежедневное число катастрофических лавин**

Дата	03.02	04.02	05.02	06.02	07.02	08.02	09.02	10.02	11.02	12.02	13.02	14.02	15.02
ЭЦМ	<b>11в</b>	<b>11в</b>	<b>11в</b>	<b>12вз</b>	<b>12вз</b>	<b>12вз</b>	<b>12вз</b>	<b>12вз</b>	<b>12вз</b>	<b>86з</b>	<b>86з</b>	<b>86з</b>	<b>86з</b>
XX век	734	319	189	14	14	14	7	6	3	1	1	1	1

Число лавин	0	0	1	2	0	1	1	2	63	36	17	4	9
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---	---

Зимой 1953/54 отмечен один период массового схода катастрофических лавин – 8.01-12.01. Еще 9 декабря в Альпах было очень тепло и в предгорье зацвели цветы. До 18 декабря осадков не было, а в последней неделе декабря они были незначительны. За 24 часа 8 января выпало до 2 м снега. Последующий снегопад (до 150 см и более за 3 суток) сопровождался сильными метелями и значительным переотложением снега при температуре -5 - -12 градусов. 276 катастрофических лавин зарегистрировано в 69 общинах Швейцарии. 27 жертв лавин в Швейцарии. Повторяемость последовательности смены ЭЦМ (таблица 3), отмеченная в этот период, в XX веке была достаточно высока, что не согласуется с уникальностью катастрофических событий.

**Таблица 3. Последовательность смены ЭЦМ за период 8.01.1954 – 12.01.1954 и ее повторяемость в XX веке, а также ежедневное число катастрофических лавин**

Дата	08.01	09.01	10.01	11.01	12.01
ЭЦМ	<b>12а</b>	<b>12а</b>	<b>12а</b>	<b>12а</b>	<b>11а</b>
XX век	1501	655	355	197	11
Число лавин	0	0	0	265	11

Два периода с массовыми сходами катастрофических лавин отмечены в зиму 1998/1999 гг. – с 5 по 10 февраля и с 17 по 25 февраля.

С 5-ого по 8 февраля выпало от 50 до 120 см снега. 9 февраля за 24 часа прирост снега составил от 10 до 50 см. Высота снежного покрова достигала 150 – 300 см. Зарегистрирована 151 катастрофическая лавина в 74 общинах Швейцарии. 3 жертвы. К 9 февраля, когда сошло наибольшее количество лавин, последовательность смены ЭЦМ стала уникальной (таблица 4).

**Таблица 4. Последовательность смены ЭЦМ за период 5.02.1999 – 10.02.1999 и ее повторяемость в XX веке, а также ежедневное число катастрофических лавин**

Дата	05.02	06.02	07.02	08.02	09.02	10.02
ЭЦМ	<b>12а</b>	<b>8гз</b>	<b>8гз</b>	<b>8гз</b>	<b>12вз</b>	<b>12вз</b>
XX век	1501	4	4	3	1	1
Число лавин	1	2	18	23	69	38

Спустя неделю на Альпы обрушился новый мощный снегопад. Менее чем за месяц к 25 февраля на северном склоне Альп выше 2000 метров количество свежеснег выпавшего снега достигало 5-7 м. На многих метеостанциях Швейцарии, юга Германии, востока Франции, и запада Австрии толщина снежного покрова достигла рекордных значений – 25 февраля в Вайсфлюйохе она составляла 346 см, Давосе – 198 см, Андермате – 240 см, Гримзеле – 520 см. За период с 17 по 25 февраля 1999 г. в 157 общинах Швейцарии зарегистрировано 768 катастрофических лавин. Количество жертв составило 17 человек. Последовательность смены ЭЦМ, зафиксированная за этот период встречалась в XX веке 6 раз. Но условия для массового схода катастрофических лавин начали создаваться еще во время предыдущего снегопада, произошедшего при уникальной последовательности.

Для решения второй задачи исследования – выявления откликнувшихся на снегопады катастрофическими лавинами долин – была использована цифровая модель рельефа (ЦМР), составленная по данным SRTM с разрешением 1 угловая секунда [11]. С ее помощью определялись морфометрические параметры склонов в пределах полигонов, отображающих

общины, которые в Швейцарии часто занимают небольшие горные долины или отдельные части крупных долин.

Только в 3 общинах катастрофические лавины сошли во все пять периодов. В других общинах катастрофические лавины были отмечены в те или иные периоды, или их не было. Было предположено, что на определенные циркуляционные процессы катастрофическими лавинами откликнулись территории (общины) со сходными морфометрическими параметрами, отличными от других территорий, где лавин отмечено не было. С использованием ЦМР были определены пределы и средние значения абсолютной высоты, превышения, максимального и среднего углов наклона и экспозиции для каждой группы территорий, откликнувшихся на снегопады исследуемых периодов катастрофическими лавинами. Различия проявились в высотных показателях территорий. В третий период (январь 1954 г.) сход катастрофических лавин произошел в общинах с наиболее низкими низшими (1252 м), средними (2625 м) и максимальными (4127 м) абсолютными высотами. Зимой 1951 г. катастрофические лавины сошли в наиболее высоких общинах (выше 1650 м), а зимой 1999 гг. в общинах с наибольшим диапазоном относительных высот.

Анализ построенных в ходе исследования карт показал, что благоприятные условия для схода лавин создавались каждый раз на разных территориях: при общем тренде – вдоль осевой линии Альп - в разные периоды границы распространения катастрофических лавин смещались в различных направлениях, сужались или, напротив, расширялись. Определяющим являлось географическое положение общин – расположение относительно перемещения влагонесущих масс. В основанной на анализе макроциркуляционных процессов типизации Дзердзеевского направления движения циклонов показаны схематично и учесть сдвиги по отношению к типовой схеме не представляется возможным. Поэтому для уточнения прогноза обрушения лавин на определенных территориях потребуется применение региональной классификации синоптических процессов, что будет следующим этапом исследования.

Подводя итоги этапа исследования, следует отметить, что три лавиноопасных периода из пяти рассматриваемых сопровождалась уникальной последовательностью смены ЭЦМ. Этот факт подтверждает уникальность произошедших событий – массовых сходов катастрофических лавин. Различия в морфометрии откликнувшихся лавинами территорий проявились в их высотных показателях. Во-многом определяющим фактором характера отклика стало географическое положение территорий – расположение относительно перемещения влагонесущих масс. Только типовой динамической схемой каждого ЭЦМ характер отклика районов объяснить не удастся. Требуется более крупномасштабное исследование траектории поступления влагонесущих масс

## Литература

1. Гляциологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 526 с.
2. Кадастр лавин СССР. Том 1-20. – Л.: Гидрометеиздат, 1984-1991.
3. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л.Дзердзеевскому. – М.: Воентехиниздат, 2009. 372 с.
4. Кононова Н.К., Мокров Е.Г., Селиверстов Ю.Г., Тареева А.М. Связь схода лавин с циркуляцией атмосферы Северного полушария. Материалы гляциологических исследований, № 99, 2005. С. 94-98.
5. Селиверстов Ю.Г. Макроциркуляционные условия массового лавинообразования. Материалы гляциологических исследований, № 105, 2009. С. 131-135.
6. Селиверстов Ю.Г. Методы прогноза лавинной опасности. URL: [http://www.geogr.msu.ru/avalanche/avalanches/prognoz\\_text.doc/odyframe.htm](http://www.geogr.msu.ru/avalanche/avalanches/prognoz_text.doc/odyframe.htm).
7. Фляйг В. Внимание, лавины! М.: Издательство иностранной литературы, 1960. 223 с.

8. Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 1950/51. Winterbericht des Eidg. Institutes fuer Schnee- und Lawinenforschung Weissfkujoch/Davos. Buchdruckerei Davos AG., Davos-Platz, 1952. 231 s.
9. Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 1953/54. Winterbericht des Eidg. Institutes fuer Schnee- und Lawinenforschung Weissfkujoch/Davos. Buchdruckerei Davos AG., Davos-Platz, 1952. 128 s.
10. Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 1998/1999. Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr. Winterbericht SLF. Druck: Gonzen Druck AG, Bad Ragaz, 2007. 233 s.
11. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) - U.S. Geological Survey. URL://<https://pubs.er.usgs.gov/publication/fs20053068>.