

УДК 551.578.48  
DOI 10.17513/use.38227

## ОЦЕНКА ЛАВИННОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ВСЕСЕЗОННОГО ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА «МАМИСОН»

Кондратьева Н.В., Кереева З.М.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Нальчик, e-mail: zknyaz-kbsy@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена оценке лавинной опасности на территории расположения ВТРК «Мамисон» на основе проведенных авторами полевых исследований и анализа климатических данных ближайших метеостанций. В горах Северной Осетии имеет место широкое распространение лавинной деятельности, так как условия рельефа благоприятствуют формированию лавин: например, крутые склоны, большие превышения пригребневых частей горных хребтов, которые выступают в роли снегосборов. На высотах 1100–1200 м, нижнем пределе лавинной активности, в периоды обильных снегопадов устойчивый снежный покров держится до 50 дней. На высотах 2500–3500 м продолжительность лавинной активности составляет 140–220 дней. Сложные условия резко расчлененного рельефа, широкое развитие значительных лавинных очагов, обилие атмосферных осадков, неустойчивый температурный режим зимнего периода в сочетании с интенсивным ветровым переносом снега в зоне выше 2000 м определяют исключительно интенсивную лавинную деятельность на территории ВТРК. К наиболее опасным геологическим явлениям, происходящим на рассматриваемой территории, можно отнести снежные лавины и селевые потоки. Объем лавин может достигать 1 млн м<sup>3</sup>. Такие лавины образуются на склонах, углы наклона которых варьируют от 25 до 60 градусов. Когда критическое количество снега превышает способность шероховатой поверхности удерживать его, при малейшем воздействии снег движется вниз с нарастающей скоростью, сметая всё на своем пути. Такая ситуация прослеживается в наших исследованиях. Результаты исследования показывают, что такая ситуация характерна более чем для 40% территории ВТРК «Мамисон».

**Ключевые слова:** сели, лавины, горные реки, лавинные очаги, снежный покров, осадки

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, соглашение № 23-17-20001.*

## ASSESSMENT OF AVALANCHE DANGER ON THE TERRITORY OF ALL-SEASON TOURIST AND RECREATIONAL COMPLEX “MAMISON”

Kondrateva N.V., Kerefova Z.M.

High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, e-mail: zknyaz-kbsy@mail.ru

**Annotation.** The work is devoted to the assessment of avalanche danger in the territory of the Mamison VTRC based on field research conducted by the authors and analysis of climate data from nearby weather stations. Avalanche activity is widespread in the mountains of North Ossetia. For this purpose, there are relief conditions that are favorable for the formation of avalanches, for example, steep slopes, high elevations of the ridge parts of mountain ranges, which act as snow collection areas. At altitudes of 1100–1200 m – the lower limit of avalanche activity during periods of heavy snowfall – stable snow cover lasts up to 50 days. At altitudes of 2500–3500 m, the duration of avalanche activity is 140–220 days. The complex conditions of sharply dissected relief, the widespread development of significant avalanche centers, the abundance of precipitation, the unstable temperature regime of the winter period, combined with intense wind transfer of snow in the zone above 2000 m, predetermine exceptionally intense avalanche activity in the territory of the VTRC. The most dangerous geological phenomena occurring in the territory under consideration include snow avalanches and mudflows. The volume of avalanches can reach up to 1 million m<sup>3</sup>. Such avalanches are formed on slopes with inclination angles that vary from 25 to 60 degrees. When a critical amount of snow exceeds the ability of a rough surface to hold it, then with the slightest impact the snow moves downward with increasing speed, erasing everything in its path. This situation can be seen in our research. The results of the study show that this situation is typical for more than 40% of the territory of the Mamison VTRC.

**Keywords:** mudflows, avalanches, mountain rivers, avalanche centers, snow cover, precipitation

*The work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation, agreement No. 23-17-20001.*

Мамисонское ущелье в Северной Осетии находится на самом юге республики. Общая протяженность ущелья составляет 26 км. Площадь всесезонного туристско-рекреационного комплекса (ВТРК) «Мамисон» составляет более 7000 га, высота меняется от 1800 до 3000 м над уровнем моря. Территория является зоной повышенного риска из-за лавинно-селевых процессов.

К наиболее опасным геологическим явлениям, происходящим на рассматриваемой территории, можно отнести снежные лавины и селевые потоки. Лавины формируются на склонах с углами наклона от 25 до 60 градусов. Когда критическое количество снега превышает способность шероховатой поверхности удерживать его, при малейшем воздействии снег движется вниз с нараста-

ющей скоростью, сметая всё на своем пути. Такая ситуация прослеживается в наших исследованиях. Результаты исследования показывают, что такая ситуация характерна более чем для 40% территории ВТРК «Мамисон».

Всесезонный туристско-рекреационный комплекс «Мамисон» характеризуется среди горных регионов Большого Кавказа большим количеством осадков, как жидких, так и твердых, высокой скоростью ветра на юге и большими атмосферными амплитудами. Такое сочетание климатических условий приводит к большому скоплению снега на склонах и ледниках и дальнейшему метаморфизму, что повышает риск схода лавин на территории ВТРК. Наряду с деградацией ледников наблюдаются признаки селей, которые способствуют развитию опасных экзогенных процессов [1, 2].

Целью работы является исследование природных условий образования снежных лавин на территории ВТРК «Мамисон».

#### Материалы и методы исследования

Лавинная обстановка на исследуемой территории практически не изучена. Только за последние годы производятся аэровизуальные наблюдения ГУ МЧС России по Северной Осетии – Алании и Северо-Осетинским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (СО ЦГМС). Однако этих данных недостаточно для выведения статистических данных о сходах снежных лавин и определения их статистических показателей за последние двадцать лет на территории ВТРК «Мамисон».

С использованием архивных данных и литературных источников о снеголавинном режиме района изысканий были сделаны следующие выводы:

а) исследуемая территория причисляется к одним из наиболее лавиноопасных районов страны. Это связано с особенностями орографии района и тем, что в лавиноопасный период года, с ноября по июнь, выпадает большое количество твердых осадков;

б) распределение лавинных очагов довольно сложное и неоднородное. Оно зависит от ориентации склонов в районе, где планируется строительство ВТРК. Склоны, обращенные к северу, являются одними из самых лавиноопасных в районе строительства;

в) на всей территории исследования образовался достаточно толстый снежный покров.

К экзогенным процессам, происходящим на рассматриваемой территории, относятся сели, камнепады, оползни. Данных

о динамике их проявлений недостаточно для оценки возможных воздействий на планируемые объекты рекреации ВТРК «Мамисон». Территория ВТРК «Мамисон» относится к недостаточно изученной с точки зрения лавинной и селевой деятельности. Оценок эффективности мероприятий по защите от лавин и селей для территории изыскания не проводилось, о чем свидетельствует статья Владикавказского научного центра РАН [3].

Территория находится в Северной Осетии – Алании, в Алагирском районе, в верховьях р. Ардон, долинах р. Мамихдон, Земегондон, в высокогорном районе на отметках от 1800 до 3800 м БС. Участок пересекают горные реки Мамихдон и Земегондон, а также их притоки. Стационарные метеорологические наблюдения в разные годы выполнялись на метеостанциях «Даргавс», «Фаснал», «Цей», «Нижний Заромаг», «Мамисонский перевал», «Казбеги высокогорная», «Калак». В настоящее время действуют только метеостанции «Алагир» и «Бурон». Ближайшие высокогорные метеостанции, которые можно было использовать для характеристики метеорологического режима с учетом высотной поясности, закрыты.

*Рельеф.* В горах Северной Осетии активна лавинная деятельность. Для этого имеются условия рельефа, благоприятствующие формированию лавин, например крутые склоны, большие превышения пригребневых частей горных хребтов, которые выступают в роли снегосборов.

Основными рельефообразующими хребтами являются Главный Кавказский хребет, Скалистый и Боковой. В отличие от остальной части республики, территория Мамисонского ВТРК вытянута с северо-запада на юго-восток. Поэтому благоприятные условия для лавинной активности распространяются по долине гораздо дальше на север, чем в других бассейнах (рис. 1 и 2).

*Климат.* Климат в горах Северной Осетии в холодный период года способствует долговременной жизни снежного покрова. Однако из-за более восточного расположения республики и менее благоприятного распределения влагонасыщенных воздушных масс ее территория характеризуется малым количеством зимних осадков. В результате совместного действия вышеупомянутых топографических и климатических условий лавинная активность на территории республики имеет ряд особенностей.



*Рис. 1. Вид на верховья р. Халаца, правого притока р. Земегондон, и лавиноопасные склоны*



*Рис. 2. Лавинорезы на склоне левого борта р. Мамихдон*

Толщина снежного покрова зависит прежде всего от ориентации склона по отношению к влагонесущим воздушным массам, а также наличия на склоне аккумулятивного рельефа и солнечной радиации на склоне. Зимой, когда снегопады обычно обильные, южные склоны горных районов республики большую часть холодного времени года остаются бесснежными, в то время как на открытых северных склонах снежный

покров не превышает 50 см, а в складках рельефа может достигать до нескольких метров. Перенос снега выдуванием особенно ярко выражен на больших высотах, а метели наиболее часты и интенсивны в феврале и начале марта и оказывают существенное влияние на процессы лавинообразования в горных районах Северной Осетии [5].

Снежный покров оказывает существенное влияние на формирование климата. Под

его воздействием развивается и формируется ряд взаимозависимых процессов. При покрытии территории снегом в зимний период создаются особые условия обмена между поверхностью и атмосферой, которые оказывают существенное влияние на верхний слой почвы. Низкая теплопроводность снега способствует сохранению тепла, накопленного в почве к осени, и предохраняет ее от промерзания. Неустойчивый снежный покров наблюдается в предгорных районах. Доля зим без устойчивого снежного покрова колеблется в пределах 43–60%. Высота снежного покрова определяется не только высотой местности и количеством осадков, но и в значительной степени расположением точки измерения по отношению к рельефу.

Устойчивый снежный покров образуется в среднем в середине или конце декабря, когда верхний слой почвы промерзает. А полностью сходит в период с 28 февраля по 10 мая, когда среднесуточная температура воздуха переходит через + 5 °С. Среднее количество дней со снежным покровом в районе метеостанции «Нар», наиболее близкой к месту изыскания, составляет 100 дней.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Изрезанный и сложный рельеф определяет разнообразие распределения снежного покрова на исследуемой территории.

Первый снег в интервале высот 2–2,5 км выпадает в среднем в октябре. Но выпавший снег быстро тает, а постоянный снежный покров устанавливается в первой-второй

декаде ноября. На высотах 2,5–3,6 км снег появляется в среднем в сентябре, а устанавливается в середине октября. Разница во времени между появлением и установлением устойчивого снежного покрова уменьшается с высотой.

Сроки появления и формирования устойчивого снежного покрова существенно различаются по годам. На метеорологической станции «Мамисонский перевал» на высоте 2854 м, выбранной в качестве опорной, устойчивый снежный покров образуется в среднем 16 октября, а самый ранний – 17 сентября (табл. 1). На высоте 3653 м (МС «Казбеги», в/г) средняя дата образования устойчивого снежного покрова – 12 октября, самая ранняя – 27 августа.

В табл. 2 представлены максимальные декадные высоты снежного покрова (см) различной обеспеченности по метеостанции «Мамисонский перевал» за период с 1936 по 1990 г.

*Растительность.* Лесная растительность на крутых горных склонах, являющаяся естественным препятствием для обрушения лавин, на территории ВТРК «Мамисон» встречается на небольших участках горных склонов. Здесь ярко выражена одна из важнейших закономерностей горных районов – высотная зональность ландшафтов. На высотах 1800–3800 м формируются высокогорные ландшафты. Преобладают нивально-гляциальные и горно-луговые ландшафты. Здесь на небольшой территории наблюдаются почти все высотные зоны Большого Кавказа: горно-лесная, горно-луговая и нивально-гляциальная.

Таблица 1

Дата начала и дата выпадения снега

| Станция             | Средн. число дней со снежн. покровом | Дата начала снежного покрова |       |       | Дата формирования |       |       | Дата разрушения |       |       | Дата схода снежного покрова |       |       |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
|                     |                                      | Ср.                          | Ран.  | Позд. | Ср.               | Ран.  | Позд. | Ср.             | Ран.  | Позд. | Ср.                         | Ран.  | Позд. |
| Мамисонский перевал | 248                                  | 23.09                        | 27.08 | 3.11  | 16.10             | 17.09 | 13.11 | 7.06            | 26.04 | 8.07  | 18.06                       | 22.05 | 24.07 |

Таблица 2

Максимальная декадная высота снежного покрова (см) различной обеспеченности по метеостанции «Мамисонский перевал»

| Метеостанция        | Обеспеченность декадных высот (%) |    |    |    |    |    |     |     |     |  |
|---------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|--|
|                     | 95                                | 90 | 75 | 50 | 25 | 10 | 5   | 2   | 1   |  |
| Мамисонский перевал | 31                                | 32 | 38 | 45 | 60 | 85 | 130 | 180 | 192 |  |

В долинах р. Земегондон, Козидон и Ха-лаца до высоты 2300 м растут сосновые леса (высота деревьев до 25 м). На многих участках эти леса неоднократно уничтожались лавинами, о чем свидетельствуют молодые сосны разного возраста. Участки, куда часто падают снежные лавины, вместо сосновых лесов заняты березовым криволе-сьем или луговыми полянами.

Частично склоны заняты хвойными и лиственными деревьями, а также криво-лесем из березы, в котором развит густой кустарниковый подлесок из разнотравья. Среди криволесья, на лавинных участках, пятнами встречаются высокотравные луго-вые кланы. Выше лесов, на высоте 2600–2800 м, распространены заросли кустар-ников, чередующиеся с субальпийскими лугами. Здесь широко распространен мож-жевелник. Склоны, поросшие можжевел-ником и высокотравьем, благоприятствуют формированию лавин.

Таким образом, растительность отража-ет физико-географические условия района, в том числе высоту снежного покрова, спо-собствует или препятствует формированию лавин, а также является индикатором ла-винной деятельности.

Сложные условия резко расчлененного рельефа, широкое развитие значительных лавинных очагов, обилие атмосферных осадков, неустойчивый температурный ре-жим зимнего периода в сочетании с интен-сивным ветровым переносом снега в зоне выше 2000 м предопределяют исключи-тельно интенсивную лавинную деятель-ность на территории ВТРК.

### Заключение

Горные районы Республики Северная Осетия – Алания являются лавиноопасны-ми. На высоте 1100–1200 м, в нижних райо-нах, где вероятность схода лавин в снежные зимы выше, устойчивый снежный покров держится до 50 дней. На высотах 2500–3500 м продолжительность сезона схода ла-вин составляет 140–220 дней.

В горных районах наибольшую опас-ность представляют лавины и оползни. Объем лавин может достигать 1 млн м<sup>3</sup>. Лавины сходят на склонах с углом наклона от 25 до 60 градусов. Когда критический объем снега превышает возможности ше-роховатой поверхности, снег с огромной скоростью сходит вниз, сметая всё на своем пути. Как показывают наши исследования, такая ситуация характерна более чем для 40% территории ВТРК «Мамисон».

### Список литературы

1. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Федченко Л.М., Уз-денова А.Б. Методика фонового прогноза лавинной опасно-сти для территории горных районов Республики Ингуше-тия и Чеченской Республики // ГеоРиск. 2021. Т. 15, № 3. С. 50–63. DOI: 10.25296/1997-8669-2021-15-3-50-63.
2. Петрова Е.Г. Лавины как фактор аварийных ситуаций в техносфере // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022. Т. 4, № 3. С. 255–266. DOI: 10.34753/HS.2022.4.3.255.
3. Олейников А.Д., Володичева Н.А. Зимы лавинного максимума на Большом Кавказе за период инструменталь-ных наблюдений (1968–2016 гг.) // Лед и снег. 2020. Т. 60, № 4. С. 521–532. DOI: 10.31857/S2076673420040057.
4. Кадастр лавин СССР. Л.: Гидрометеиздат. Т. 8. 1984, 1986, 1989.
5. Куксова Н.Е., Торопов П.А., Олейников А.Д. Мете-орологические условия экстремального лавинообразования в горах Кавказа по данным наблюдений и реанализов // Лед и снег. 2021. Т. 61, № 3. С. 377–390.