

Опыт применения противолавинных сооружений в Приэльбрусье

© 2012 г. Н.Н. Володичева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

azau@geogr.msu.su

Статья принята к печати 6 июля 2011 г.

Защита от лавин, лавинная опасность, снежность.
Avalanche danger, avalanche protection, snowness.

Приэльбрусье характеризуется очень высокой степенью лавинной опасности. В верховьях долины р. Баксан построены автомобильная дорога, канатные дороги, гостиницы, кафе и другие сооружения. В многоснежные зимы все они находятся в зоне лавинной опасности, поэтому в 2008 г. в верховьях Баксанской долины, над поляной Азау, впервые на лавиноопасном склоне были установлены снегоудерживающие щиты. Рассмотрены первый опыт строительства и функционирования этих противолавинных сооружений, а также эффективность их работы в зимы 2008/09 и 2009/10 гг. Даны рекомендации по реконструкции имеющихся и вновь возводимых сооружений на лавиноопасных склонах.

Введение

В последнее десятилетие в горных районах всего мира заметно увеличилось число лавинных катастроф. Эта тенденция характерна и для Кавказа, где в настоящее время реконструируются и строятся новые рекреационные объекты на известных горнолыжных курортах, среди которых – Приэльбрусье, Цейский район (Центральный Кавказ) и Домбай (Западный Кавказ). Особое место занимает район Красной Поляны, где постоянно ведутся исследовательские работы по изучению лавинной опасности и где должны быть размещены спортивные сооружения, требующие обязательной защиты от возможного обрушения лавин.

В 2007 г. была принята Федеральная программа по развитию Приэльбрусья. В ней предусмотрено строительство современных канатных дорог от поляны Азау до станции «Приют Одиннадцати», расположенных в диапазоне высот 2350–4050 м. В 2008 г. началась эксплуатация двух очередей гондольных канатных дорог на участке Азау – Старый Кругозор – Мир (3450 м). В генеральном плане освоения Приэльбрусья предусмотрено строительство новых канатных дорог, подъездных путей к ним, а также горнолыжного стадиона и автопаркинга.

С 1980-х годов в Приэльбрусье для борьбы с лавинами применялись только профилактические обстрелы склонов, которые сейчас уже не могут полностью обеспечить безопасность населения, рекреантов и всех инженерных сооружений. В горах, при существующем дефиците территорий, ряд сооружений размещают в лавиноопасных зонах, что требует обязательного строительства противолавинных сооружений и разработки противолавинных рекомендаций для защиты объектов и населения.

Характеристика района исследований

Приэльбрусье – один из наиболее изученных лавиноопасных горных районов России. Здесь отмечается сочетание благоприятных для формирования лавин природных условий, рельефа и климата. Лавины сходят ежегодно, при этом часто это – крупные и катастрофические лавины [3–5]. Рельеф верховий р. Баксан представлен характерными альпийскими формами с островершинными гребнями и пиками, крутыми стенками каров и цирков, эрозионными врезами, по которым и сходят лавины. Среди лавинных очагов – деформированные ледниковые кары, а также сложные денудационные воронки со скалистой поверхностью и наклоном более 35°. В верховьях долины р. Баксан на участке протяженностью 4 км, между полянами Азау и Четет, на склонах северной экспозиции находится 20 лавинных очагов, а на южной – восемь, т.е. семь лавин на 1 км длины долины. Эрозионные врезы, заложенные, как правило, по тектоническим трещинам, служат лавинными лотками и определяют морфологические параметры лавин, дальность их выброса, скорость движения и объемы.

На высотах 2000–3000 м климатические условия благоприятны для образования лавин с декабря по апрель, на высотах более 3000 м – с октября по июнь, в ледниковой зоне – в течение всего года. Снежный покров в высокогорье залегает до девяти месяцев в году. Режим лавин определяется снежно-метеорологическими условиями и особенностями снегонакопления. В Приэльбрусье преобладают лавины из сухого свежеснежного снега (на современном этапе до 60%), которые сходят во время или после каждого снегопада (рис. 1). Достаточно часто, с декабря по март, сходят лавины из сухих снежных

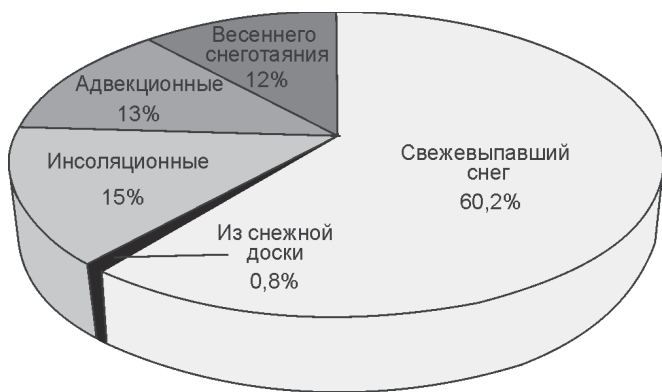


Рис. 1. Генетические типы лавин в Приэльбрусье по данным снеговалинных наблюдений на Эльбрусской станции МГУ в 1992–2010 гг.

Fig. 1. Genetic avalanche types according to the data of MSU Elbrus station in 1992–2010

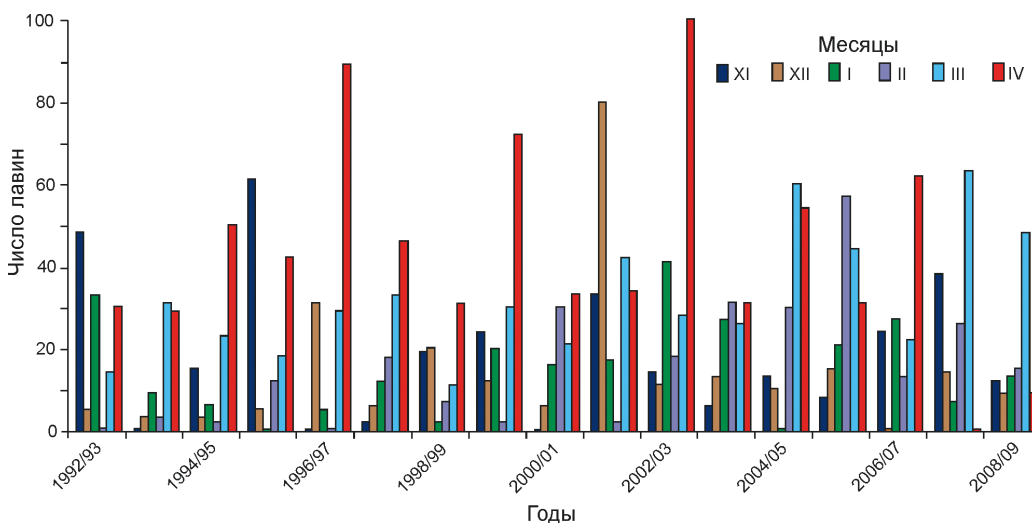


Рис. 2. Число лавин, сошедших в Приэльбрусье в зимы разной снежности за 1992–2009 гг.

Fig. 2. Amount of avalanches happened in winters with different snowness for 1992–2009 years

досок. Массовый сход мокрых лавин начинается при переходе среднесуточных температур через 0 °С – с середины апреля по июнь.

Зимы в Приэльбрусье характеризуются значительными колебаниями снежности, что вызывает чередование много- и малоснежных зим и влияет на особенности лавинного режима [2, 4] (рис. 2). Так, максимальная снежность наблюдалась в зимы 1962/63, 1967/68, 1975/76, 1978/79, 1981/82, 1986/87, 1992/93, 1996/97, 1999/2000, 2004/05, 2005/06 гг. [2]. Естественно, что в эти годы увеличивались интенсивность снегопадов, а также сход крупных и катастрофических лавин, наносящих ущерб человеку и природе.

Регулирование снегонакопления и схода лавин в лавиноборках

Первый опыт строительства и работы снегоудерживающих щитов в Приэльбрусье получен в 1970-х годах сотрудниками Проблемной лаборатории снежных лавин и селей географического факультета МГУ под руководством проф. К.Ф. Войтковского [1]. На склонах горы Чегет на одном из самых лавиноопасных участков было установлено пять экспери-

ментальных снегоудерживающих щитов, которые обеспечивали безопасность чегетских горнолыжных трасс. В 1980-е годы при профилактическом спуске лавин щиты были разрушены.

В 2004 г. на поляне Азау, рядом с Эльбрусской учебно-научной базой географического факультета МГУ, была построена четырёхэтажная гостиница «Балкария» заведомо на лавиноопасном участке, о чём администрация района получила уведомление от специалистов МГУ [2]. В первый год эксплуатации гостиницы в марте 2005 г. из лавиноборка № 40 (по Кадастру МГУ) с левого борта долины сошла лавина, которая перекрыла автодорогу и вторглась на территорию гостиничного комплекса. Лавинные потоки через оконные проёмы вошли в помещения первого этажа здания и 1,5-метровым слоем перекрыли территорию автостоянки перед гостиницей.

Для защиты гостиницы специалисты Высогогорного геофизического института (г. Нальчик) предложили проект строительства противолавинных сооружений на лавиноопасном склоне в виде снегоудерживающих металлических сетей. Однако

эти работы, выполненные летом 2005 г., велись с нарушением принятых технологий и строительных норм. В результате на следующую зиму большая часть установленных опор была либо снесена лавинами, либо деформирована сползающим снегом.

В 2008 г. начались работы по возведению противолавинных сооружений компанией Трест «Ай Би Си» Промстрой (г. Нальчик) – генеральным подрядчиком строительства канатных дорог и других объектов в Приэльбрусье. Летом в лавиносборе № 40 установили снегоудерживающие щиты. При проектировании сооружений использованы Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений (СН 517–80), Указания по расчёту снеговлавиных нагрузок при проектировании сооружений (ВСН 02–73) и рекомендации К.Ф. Войтковского [1].

Лавиносбор № 40 расположен на склоне южной экспозиции и имеет двухступенчатое строение. Верхняя ступень на высоте 2850 м представляет собой крутой обрыв древнего лавового потока, где снег практически не задерживается, но на его гребне образуются мощные снежные карнизы, обрушение которых несёт наибольшую опасность. С 1967 г. с этого участка склона не сошла ни одна естественная лавина, а выпадающий снег стекал мелкими струями и быстро испарялся после снегопадов. Печальный опыт профилактического обстрела этого участка склона 31 января 1993 г. привёл к возникновению лавины, которая разрушила здание общежития для студентов на территории Эльбрусской базы МГУ и привела к гибели четырёх человек [1].

Нижняя ступень склона на высоте 2750 м представляет собой круто наклонную (около 40°) поверхность денудационной «воронки» с эрозионным врезом в средней части. На этом участке после интенсивных снегопадов регулярно сходят лавины разного объёма и дальности выброса. Так, в январе 1987 г. лавина из этой части лавиносбора перекрыла автодорогу, ведущую к канатной дороге, разрушила газетный киоск и кафе, на месте которых позже была возведена гостиница «Балкария» [2].

Для обеспечения безопасности склона необходимо было начать строительство снегоудерживающих сооружений с верхней ступени. К сожалению, на первом этапе строительства осенью 2008 г. был застроен только нижний участок склона в зоне транзита лавины из лавинного очага № 40. Работы по застройке верхнего участка были перенесены на следующее лето.

На протяжении большей части зимы 2008/09 г. снегоудерживающие щиты выполняли своё назначение и удерживали снег на склоне. В середине марта 2009 г. прошли интенсивные снегопады, в результате которых третий ряд щитов был засы-

пан на 60%, четвёртый – на 70%, часть пятого ряда – на 100%, шестой – на 30%. Сложившаяся ситуация при повторении снегопадов могла привести к сходу лавин на этом участке и возможному уничтожению щитов. Снегопад 23–24 марта, в результате которого за ночь выпало 30 см свежего снега, вызвал частичное разрушение щитов, а на застроенном участке склона – отрыв лавины ниже щитов. При сходе лавины оказались частично засыпанными хозяйственные постройки на конусе выноса лавины на дне долины. Через сутки, вечером и ночью с 24 на 25 марта, в верхней части этого лавиносбора, в зоне аккумуляции, от гребня склона оторвалась ещё одна лавина. Длина линии отрыва достигала около 100 м, а её высота в некоторых местах составляла более 2 м. Лавина прошла сквозь установленные снегоудерживающие щиты, перекрыла пять рядов и остановилась у шестого. Отметим, что наличие снегоудерживающих щитов не позволило лавине набрать скорость и массу и уничтожить строения, находящиеся на конусе её выноса.

Анализ ситуации зимы 2008/09 г. показал, что необходимо пересмотреть конструкцию выбранных сооружений, т.е. следует увеличить их высоту, уменьшить просветы в сетках и установить дополнительные ряды по снегоудержанию. Руководством Треста «Ай Би Си» Промстрой было принято решение о замене разрушенных защитных сооружений летом 2010 г. Дополнительно приняли решение о строительстве противолавинной защиты в соседнем лавиносборе № 39. В основании конуса выноса лавины № 39 находятся выкат горнолыжной трассы и автостоянка нижней станции канатной дороги «Эльбрус». На этом участке ежегодно сходит лавина, которая наносит ущерб коммуникациям, временным торговым точкам и автомобилям. Был составлен новый проект защиты инфраструктуры канатной дороги от лавины из лавиносбора № 39, который также имеет двухступенчатое строение и предусматривает застройку склона снегоудерживающими сооружениями сверху вниз. При расчёте параметров сооружений использованы следующие данные: статическое давление снега на наклонную поверхность сооружения; касательное напряжение, действующее на сооружение при сползании снежного покрова по всей поверхности; давление медленно сползающего по склону снежного покрова на снегоудерживающий щит, расположенный перпендикулярно склону; давление снега на одну секцию.

При строительстве противолавинных сооружений в лавиносборе № 39 также были допущены ошибки очередности застройки верхней и нижней ступеней. К началу зимы 2009/10 г. защитные сооружения были возведены на нижней ступени и

только частично – на верхней, что снова вызвало негативные последствия. При несанкционированном обстреле, который привёл к сходу лавин 4 января и 8 марта 2010 г., снегоудерживающие щиты по всему склону лавиносбора № 39 были сильно повреждены: несколько рядов на нижней ступени лавиносбора и все ряды верхней ступени были полностью уничтожены, были порваны также сети, погнуты стойки и подкосы. В настоящее время ведётся полная реконструкция снегоудерживающих сооружений в лавиносборах № 39 и 40 с учётом допущенных ранее ошибок.

В Приэльбрусье один из наиболее лавиноопасных участков – верховья долины р. Баксан, от поляны Азау до пос. Терскол. Он находится под воздействием самых крупных лавин Приэльбрусья (№ 9–11), имеющих, по данным прямых наблюдений, объём более 1 млн м³ [5]. Самая крупная лавина в Приэльбрусье сошла из лавиносбора № 9 в декабре 1973 г. и перекрыла дно долины. Толщина лавинного снега колебалась от 2–3 до 10 м. Для защиты этого участка долины планируется возведение противолавинных дамб с системой тормозящих клиньев. Однако подобные сооружения обеспечивают защиту только линейных сооружений – автодорог и ЛЭП. В дальнейшем намечается строительство противолавинных сооружений на других участках долины р. Баксан. В частности, получен первый опыт строительства лавинорезов для защиты опор канатной дороги и ЛЭП на южном склоне Эльбруса. К сожалению, здесь также не учтена максимально возможная толщина лавинных отложений. Опасность гигантской лавины со склонов г. Когутай и одноимённого ледника нависла и над Чегетской поляной [3]. Из-за опасности обвала Когутайского ледника профилактический обстрел склонов на этом участке в настоящее время не ведётся, а инженерной защиты пока нет.

Выводы

В Приэльбрусье применяется ограниченный набор профилактических и инженерных мер защиты от лавин, который не может полностью обеспечить безопасность рекреантов и местных жителей. Анализ существующих и проектируемых противолавинных мероприятий и сооружений показал, что необходимы как профилактические меры удержания снега, так и строительство тормозящих и отбойных дамб. Эффективность обстрела лавиноопасных склонов из артиллерийских 76-миллиметровых орудий составляет около 50%, а применение системы GAZEX на крутых склонах Чегета потребует вложения значительных средств. При проектировании и строительстве противолавинных сооружений необходимо учитывать распределение и толщину снега

на склонах, а также генетические и морфологические типы лавин, определяющие объём, скорость, силу воздействия и дальность их выброса.

Первый опыт строительства и функционирования противолавинных сооружений в Приэльбрусье требует их существенной корректировки. Снегоудерживающие сооружения лишь частично выполнили своё назначение, правда, лавины больших объёмов не сформировались. Главная ошибка строителей – непоследовательность возведения сооружений в лавиносборах со сложным профилем и большой крутизной склонов. Кроме того, не учитывались критические величины снегонакопления на разных лавиноопасных участках. В сложившейся ситуации необходимо как можно быстрее провести комплекс мероприятий по капитальному ремонту сооружений в лавинных очагах с учётом полученного опыта функционирования противолавинных сооружений в последние годы.

Литература

1. *Войтковский К.Ф.* Лавиноведение. М.: Изд-во МГУ, 1989. 157 с.
2. *Володичева Н.А., Олейников А.Д., Горецкий А.Г.* О редком случае схода катастрофических лавин в Приэльбрусье // МГИ. 1997. Вып. 82. С. 64–70.
3. *Олейников А.Д., Володичева Н.А., Бояршинов А.В.* Снежность зим и лавинная деятельность на Большом Кавказе за период инструментальных наблюдений // МГИ. 2000. Вып. 88. С. 74–83.
4. Природные процессы на территории Кабардино-Балкарии / О.А. Богатиков, М.Ч. Залиханов, В.С. Карамурзов, А.Г. Гурбанов, Н.А. Володичева, Л.Е. Собисевич, А.Л. Собисевич, А.В.Шевченко / Гл. ред. Н.П. Лавров. Москва–Нальчик, 2004. 438 с.
5. *Трошкина Е.С., Урумбаев Н.А.* Редкодействующие катастрофические лавины: Лавины Приэльбрусья / Под ред. Е.С. Трошкиной. М.: Изд-во МГУ, 1980. С. 41–46.

Summary

Elbrus region is characterized by the highest degree of avalanche danger, and now the intensive development of winter tourism is coming there. The plan of building protection against avalanches was created here. The snow-keeping shields were built on southern slopes. In winter of 2009, after intensive snowfalls, the shields were partial covered with avalanche snow, but they did not let the bigger avalanches to form. The builders did not consider the complexity of avalanche structure and made some mistakes in the sequence of shields building. The distribution of snow cover on slopes, the dominant avalanche genetic types that define the volume, speed, and the power of blow and the range of emission must be considered during the designing and building of avalanche protection systems. The experience of MSU works must be used during the building of avalanche protection systems in others places of Elbrus region.