

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ.
ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ**

УДК 551.578.46 (470.6)

**ОСОБЕННОСТИ ЛАВИНООБРАЗОВАНИЯ В ПРИЭЛЬБРУСЬЕ И КРАСНОЙ ПОЛЯНЕ
(СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

Н.Н. Володичева, А.М. Земскова, М.Н. Иванов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии, г. Москва

Snow avalanches are important limitative factors of winter recreation development in the mountain regions. Recreation areas of Prielbrus'e and Krasnaya Polyana are characterized by a high level of the avalanche danger. The urgency of conditions and features of avalanche formation research in these areas is defined by carrying out of winter Olympic Games in 2014. In summer 2007 and in winter 2008 at the altitude of 2100-3450 m the snow-measuring works on a southern slope of Elbrus mountain and northern slope of ridge Aibga in the area of Krasnaya Polyana at the altitudes of 600-2100 m are lead, the features of distribution and structure of snow cover on slopes have been studied, 8 snow holes and about 2000 points of measurements of thickness and density of a snow cover has been made. The features of avalanche regime are revealed, and also the preliminary estimation of the avalanche danger on sites of recreational development in these areas is lead.

Изучение лавин проведено в ходе зимней экспедиции научного студенческого общества (НСО) кафедры криолитологии и гляциологии с 24 января по 6 февраля 2008 г. на Центральном и Западном Кавказе. Впервые зимние работы были выполнены практически одновременно в двух районах Кавказа, в Приэльбрусье и Красной Поляне, что позволило получить совершенно новые сравнительные данные. Первый район – Приэльбрусье на северном склоне Центрального Кавказа и второй – район Красной Поляны в пределах северного склона хребта Аибга, который является отрогом южного склона в Западном секторе Главного Кавказского хребта. И Приэльбрусье, и Красная Поляна – популярные рекреационные центры, которые существенно различаются по географическим условиям, экономическому развитию и инфраструктуре. Рекреационная привлекательность Приэльбрусья и Красной Поляны определяется великолепием высокогорных ландшафтов, различными по сложности горнолыжными трассами, относительно развитой инфраструктурой.

Актуальность исследований определяется расширяющимся развитием горнолыжного отдыха в нашей стране, а также проведением в этих районах Зимних Олимпийских игр в 2014 г., во время которых возможно возникновение кризисных ситуаций из-за высокой степени лавинной опасности. В изучаемых районах были отмечены случаи формирования и схода катастрофических лавин. Наряду с объективной опасностью, связанной с формированием лавин, существует фактор субъективной опасности, вызываемой антропогенной нагрузкой. Изучение и мониторинг снеголавинного режима, а также прогноз снежных лавин направлены на решение проблем, связанных как с проведением спортивных мероприятий, так и для защиты (рис. 1) местных жителей и туристов, которые могут стать причиной и жертвой лавин.

Оценка лавинной опасности в Приэльбрусье и в районе Красной Поляны была впервые выполнена в 1960-е гг. под руководством проф. Г.К. Тушинского в связи с проектированием и строительством баз отдыха, туризма и альпинизма, которые необходимо было разместить вне опасных зон. Были составлены крупномасштабные карты на горные районы Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкессии, Северной Осетии и Сванетии и мелкомасштабные карты Кавказа, которые в дальнейшем вошли в Атлас снежно-ледовых ресурсов Мира (Атлас..., 1997). В настоящее время снеголавинные наблюдения продолжаются на Эльбрусской базе МГУ. Изучение лавин на Западном Кавказе и в Красной Поляне также было проведено сотрудниками МГУ в 1965-1970 гг. и с 1991 г. сотрудниками Сочинского УГМС, ВГИ и спасательной службы при проектировании и строительстве канатной дороги «Альпика-сервис».



Рис. 1. Газовая пушка GAZ-EX на северном склоне хр. Аибга (фото А.Д. Олейникова, 2008).

Экспедиции НСО в Приэльбрусье проводятся с 1997 г., а на Красной Поляне впервые в этом году. В ходе работ экспедиции НСО 2008 г. были выявлены основные различия факторов лавинообразования, которые влияют на степень лавинной опасности. Исследуемые районы характеризуются широким развитием альпийских форм рельефа с каррами и троговыми долинами, крутыми склонами и глубоким относительным расчленением, что благоприятствует формированию лавин (Лавиноопасные..., 1970). В Приэльбрусье абсолютные высоты существенно выше (2000-5642 м), чем в районе Красной Поляны (500-2509 м). Эти районы значительно отличаются и по климатическим условиям: в Приэльбрусье климат умеренно континентальный, всего выпадает около 1000 мм в год, а зимой – 270-300 мм; в Красной Поляне климат морской с элементами субтропического, выпадает 3600-5400 мм осадков в год и около половины из них зимой; толщина снежного покрова 0.5-3 м и 2-11 м, соответственно. Район Красной Поляны – полюс снежности не только Кавказа, но и других горных систем России (Атлас..., 1997). Установлено, что в районе Красной Поляны залегание снежного покрова отличается меньшей продолжительностью (на 60 дней) по сравнению с Приэльбрусьем, что отражается на длительности горнолыжного сезона, и в марте нередко снег сохраняется только на верхней части склонов (более 2000 м).

Для изучения распределения снежного покрова на склонах зимой 2007/08 г. были проведены снегомерные работы на южном склоне Эльбруса на высотах 2100-3450 м и северном склоне хребта Аибга в районе Красной Поляны на высотах 600-2100 м. Было сделано 8 шурфов (рис. 2) и (табл.) в разных высотных зонах и ландшафтных условиях и около 2000 точек измерений толщины и плотности снежного покрова. На базе многолетних снеголавинных наблюдений в Приэльбрусье и районе Красной Поляны выявлены особенности лавинного режима в горах Центрального Кавказа, а также проведена предварительная оценка лавинной опасности на участках рекреационного освоения. Проведен

сравнительный анализ способов и методов защиты рекреационных объектов от воздействия снежных лавин в Приэльбрусье и в районе Красной Поляны.

Шурф № 1 (северный склон хребта Аибга)

Набс = 810 м, Ржаная Поляна

Н сп = 57 см

05.02.2008 г.

12:00

Т возд = - 1.2°C

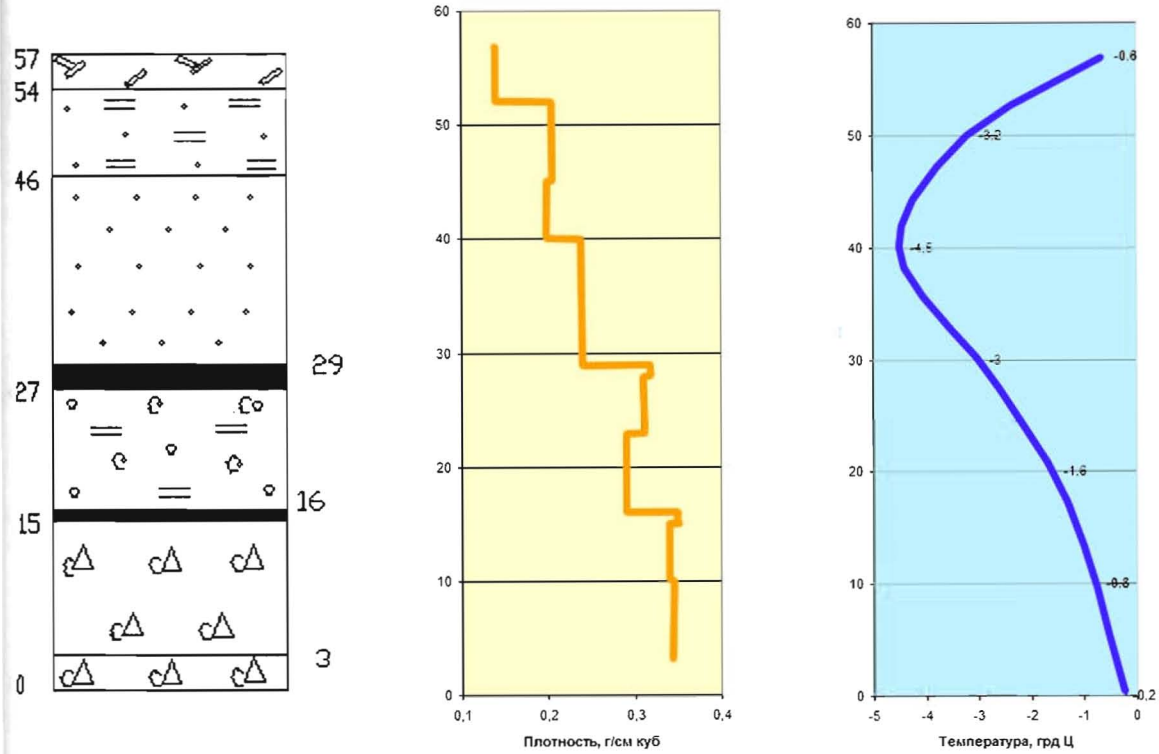


Рис. 2. Стратиграфия, плотность и температура в шурфе №1.

Таблица

Описание строения снежной толщи в шурфе № 1

№ слоя	Глубина простираения слоя (см)	Тип снега и класс формы кристалла; текстура слоя	Температура °С	Плотность (г/см ³)
1	0-3	КГИ, обтаянная и смерзшаяся, очень высокой плотности	t пов=-0.6 -0.3	-
2	3-15	Крупные смерзшиеся кристаллы КГИ, оплавленные	-0.9	0.34
3	15-16	Ледяная корка, не выражена по простираению	-1.2	0.35
5	16-27	Рыхлый горизонт из МЗС и СЗС, смерзшийся, рыхлый	-1.9	0.3
6	27-29	Льдистая радиационная корка (последний снегопад (24.01.08))	-2.7	0.32
7	29-46	МЗС, плотный	-4.1	0.22
8	46-54	МЗС, рыхлый горизонт в начальной стадии перекристаллизации	-3	0.18
9	54-57	Поверхностная изморозь (иглы и пластины, размером 3-4 см)	-1.3	0.14

Установлено, что толщина снега на одних и тех же высотах в Приэльбрусье и Красной Поляне (2300 м) различается локально в 8 раз; толщина снега на горнолыжных трассах изменяется от 10 до 300 см на Эльбрусе и от 60 до 500 см – на Аибге. Продолжительность залегания снега на горнолыжных трассах Эльбруса больше, чем на склонах Аибги на 60 дней.

Выявлены особенности метаморфизма в снежной толще, характерные для всех высотных уровней: в Приэльбрусье преобладают процессы конструктивного метаморфизма, в Красной Поляне на склонах Аибги – смерзание и деструктивного метаморфизма с образованием снежных плит из смерзшихся горизонтов в основании и разрыхления в середине толщи. В этом районе формируются лавины, обусловленные интенсивными снегопадами и высокими температурами воздуха, поэтому преобладают лавины из снежных плит и мокрого снега. В Приэльбрусье более 80% лавин связаны с интенсивными холодными снегопадами.

На участках рекреационного освоения в Приэльбрусье наибольшая лавинная опасность сохраняется в первые дни после интенсивных снегопадов. Горнолыжные склоны хребта Аибга в районе Красной Поляны, характеризуются самой высокой степенью лавинной опасности, особенно в водораздельной зоне, где происходит формирование снежных карнизов толщиной до 10-12 м (рис. 3). На склонах крутизной свыше 30° лавинная опасность сохраняется в течение всей зимы и усугубляется в процессе воздействия на снежный покров лыжниками и сноубордистами.



Рис. 3. Лавина из снежной плиты, сошедшая в результате обрушения снежного карниза (фото Л.А. Андреева, 2006).

Анализ метеорологической информации за период проведения экспедиции, а также снеголавинных наблюдений за период 1990-2008 гг. указывает на значительное увеличение снежности зим и преобладание лавин из свежеснежного покрова в исследуемых районах. Так, в середине февраля 2007/08 гг. в Красной Поляне выпадение более 100 см снега в течение нескольких суток привело к формированию большого количества лавин и некоторым разрушениям на участках рекреационного освоения на хребте Аибга, а также кризисной ситуации в инфраструктуре региона (дороги, ЛЭП, работа аэропорта Сочи). Подобные ситуации в разные периоды зимы происходили и в предыдущие годы последнего десятилетия.

Зима 2007/08 г. на Центральном Кавказе в Приэльбрусье и на южном склоне Западного Кавказа в районе Красной Поляны отличалась неравномерным снегонакоплением и необычно холодными условиями в течение всего зимнего периода. В Приэльбрусье начало зимы было холодным и малоснежным. Очень низкие температуры воздуха в январе-феврале создали предпосылки для формирования ослабленных горизонтов в основании снежной толщи. В большинстве случаев эти горизонты перекрыты плотными метелевыми и льдистыми корками.

В Красной Поляне в связи с меньшими абсолютными высотами, снежный покров формировался в более теплых условиях. Тем не менее, относительно среднемноголетних значений, зима здесь была заметно холоднее. В развитии снежного покрова преобладали процессы смерзания первично преобразованного снега, шло образование снежных плит, лежащих на смерзшихся слоях. В январе в связи с похолоданием началось растрескивание снежных плит и их подвижки, а начавшиеся 10 февраля 2008 г. на южном склоне Западного Кавказа интенсивные снегопады в сочетании с интенсивным метелевым перераспределением твердых осадков обусловили массовый сход лавин из свежевыпавшего снега. Экспедиции НСО удалось исследовать возникшие опасные горизонты и определить потенциальную степень их опасности при изменении погодных условий.

Анализ полученной информации позволил выявить основные черты снеголавинного режима зимы 2007/08 г. и динамику процессов лавинообразования. Результаты исследований показали, что условия снегонакопления и лавинной деятельности на северном склоне Центрального и южном склоне Западного Кавказа имеют существенные различия, что определяется главным образом орографическими и климатическими факторами, а также различными погодными условиями зимы 2007/08 гг. В Приэльбрусье преобладают лавины из свежевыпавшего снега, в Красной Поляне – мокрые и влажные лавины, из мягких снежных плит и карнизные. Ежегодные зимние снеголавинные исследования в высокогорье позволяют осуществить мониторинг снежного покрова и лавин в исследуемых районах и получить информацию об особенностях зим в условиях изменяющегося климата.

На основе многолетних исследований в районе Приэльбрусья и работ 2007-2008 гг. в районе Красной Поляны, были составлены карты лавинной опасности долины реки Баксан (рис. 4) и впервые – северного склона хребта Аибга. Лавины северного склона хребта Аибга в районе «Альпика-сервис» были классифицированы на следующие генетические типы: лавины из снежной плиты из твердых и мягких слоев сухого снега, лавины из снежной плиты из слоев сухого снега, лавины из снежной плиты из мягких слоев мокрого снега, лавины из снежной плиты из твердых и мягких слоев метелевого снега, лавины из мокрого снега, лавины из сухого снега (рис. 5). Здесь преобладают лавины из снежных плит, значительную опасность представляют карнизы на гребнях хребтов. Как правило, лавины сходят по ослабленным горизонтам из зернистого снега или глубинной изморози.

В ходе экспедиции многократно обследованы горнолыжные трассы Приэльбрусья и Красной Поляны и проведена оценка условий катания. Выполнена оценка качества снега для горнолыжного катания. Трассы оценены по качеству снега и сложности спусков. Для определенных участков трассы в зависимости от качества снега, ширины и уклонов предложены разные типы катания (короткие дуги, длинные дуги, свободное катание, фрирайд, скоростной спуск). Трассы классифицированы по степени сложности. По результатам создана рекомендательная карта типов катания на склонах Эльбруса, которая может быть использована в буклетах для отдыхающих.

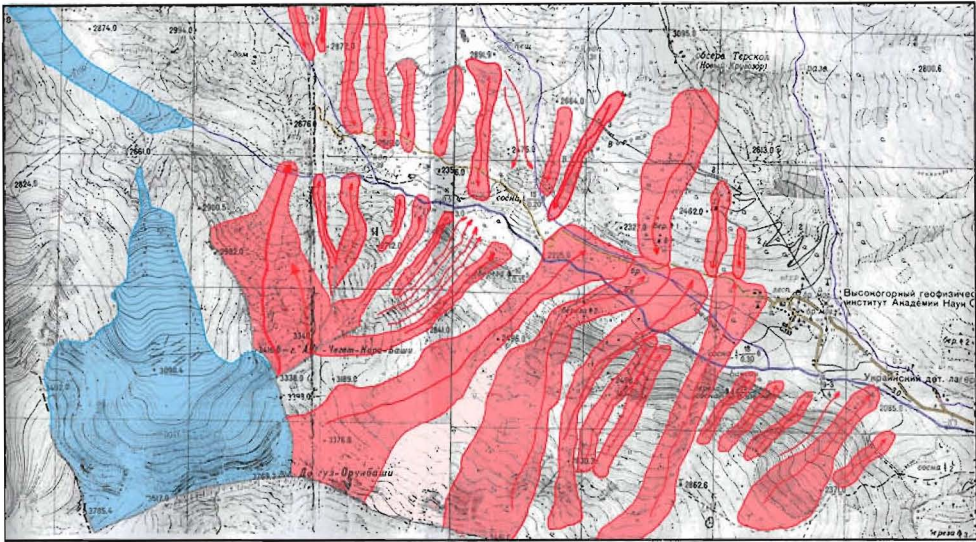


Рис. 4. Карта лавинной опасности долины р. Баксан.

1 – границы лавиноопасных зон; 2 – пути движения лавин.

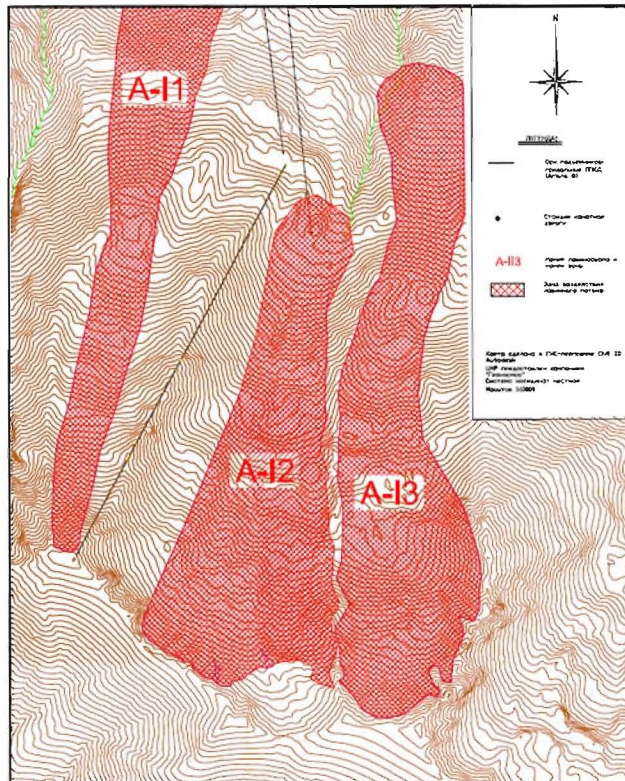


Рис. 5. Лавины из снежной плиты из твердых и мягких слоев сухого снега.

Выполнен анализ методов борьбы с лавинами. В Приэльбрусье применяются, главным образом, артиллерийские обстрелы склонов, которые приносят ощутимый вред ландшафтам и не могут полностью обеспечить безопасность. Поэтому здесь следует пересмотреть тактику защиты от лавин. На склонах хребта Аибга применяется более широкий спектр мер борьбы с лавинами. В верхней части склонов используется система газовых пушек GAZ-EX (рис. 1) и снеговыводящие «столы». Сброс снега со склонов малыми

порциями с помощью газовых пушек GAZ-EX приносит положительные результаты. В нижней части склона в 2006 г. сооружена противолавинная дамба. В 2008 г. на гребне Аибги впервые построены снеговыдувающие щиты для борьбы с карнизами.

Подводя итог, важно отметить, что в работах постоянно использовался опыт, накопленный в экспедициях прошлых лет. Ежегодные зимние снеголавинные исследования в высокогорье позволяют осуществить мониторинг снежного покрова и лавин в исследуемых районах. Длинные ряды наблюдений, выполненных по единой программе, дают возможность получить информацию об особенностях зим в условиях изменяющегося климата. Проведенные снеголавинные исследования в характерных для зимы 2007/08 г. условиях заполнили данные об особенностях зим, процессах метаморфизма снега и лавинообразования.

Выводы

Впервые на склонах Аибги проведены комплексные снегомерные и стратиграфические работы по высотному профилю. Установлены характерные различия в распределении и строении снежной толщ: в Приэльбрусье толщина снега 0.5-3 м, в Красной Поляне - 4-5 м до 11 м; максимальная толщина снега в Приэльбрусье на абс. в. 3200-3500 м, на склонах хребта Аибга более 1500 м.

Установлено, что в районе Красной Поляны залегание снежного покрова отличается меньшей продолжительностью (на 60 дней) по сравнению с Приэльбрусьем, что отражается на длительности горнолыжного сезона, и в марте нередко снег сохраняется только на верхней части склонов (более 2000 м).

В Приэльбрусье преобладают лавины из свежеснежного покрова, в Красной Поляне - мокрые и влажные лавины, из мягких снежных плит и карнизные.

Установлены особенности метаморфизма в снежной толще, характерные для всех высотных уровней: в Приэльбрусье преобладают процессы конструктивного метаморфизма, в Красной Поляне - деструктивного метаморфизма с образованием смерзшихся горизонтов в основании и разрыхления в середине толщ.

Выявлены основные различия факторов лавинообразования, которые влияют на степень лавинной опасности. Составлены карты лавинной опасности. Лавины северного склона хребта Аибга классифицированы на генетические типы.

Изучены особенности рекреации в разных природных условиях. В период строительства и эксплуатации горнолыжных центров необходимо проведение комплексных снеголавинных наблюдений и формирование баз данных для мониторинга и прогноза лавинной опасности в горах, особенно в период проведения Зимних Олимпийских игр в 2014 г.

Проведенные в Красной Поляне экспедицией НСО исследования имеют определенное практическое значение и могут быть использованы для обеспечения безопасности от лавин горнолыжного центра и спортивных трасс. В этих работах экспедиции НСО принесли большую пользу.

Исследования выполнены в рамках тем кафедры и Эльбрусской базы. Авторы выражают признательность руководству факультета и кафедры криолитологии и гляциологии и Эльбрусской учебно-научной базы за поддержку и финансовое содействие в проведении зимних полевых исследований.

Список литературы

- Атлас снежно-ледовых ресурсов Мира. – М.: РАН, 1997.
 Лавиноопасные районы Советского Союза / под ред. Г.К Тушинского. – М., Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 199 с.

ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ ИЗУЧЕНИЕ, МОНИТОРИНГ, ПРОГНОЗ

III Сахалинская молодёжная научная школа

3–6 июня 2008 г., Южно-Сахалинск

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ



Южно-Сахалинск
2009