

# Книга К.С.Лосева - По следам лавин

## Лавины - прошлое и настоящее

*И снежных вихрей подъятый молот*

*Бросил нас в бездну, где искры неслись,*

*Где снежинки пугливо вились...*

### А. Блок. Снежная маска

Обследовав развалины древнего селения Архыз, мы пришли к выводу, что его разрушили снежные лавины... Поэтому мы решили назвать это древнее селение городом "Белой смерти".

Г. К. Тушинский. Космос и ритмы природы Земли

## Лавинные катастрофы. Где падают лавины? Лавинная опасность возрастает. История слова.

В маленьком просмотровом зале было тихо - только чуть слышно стрекотал кинопроектор, разворачивая на небольшом экране цветные картины Скалистых гор. Потом возникла невысокая каменная башня с установленным на ней безоткатным орудием. Раздался выстрел, и где-то у гребня горного склона возник снежный фонтанчик взрыва. От места взрыва в снежном покрывале побежала трещина, и вдруг вся верхняя часть заснеженного склона пришла в движение и снег понёсся вниз. Снежная лавина быстро разрасталась - она мчалась прямо на зрителей. Вот уже весь экран закрыли клубящиеся вихри, а потом экран погас и голос за кадром очень буднично сообщил о том, что оператор, снимавший фильм о лавинах, погиб; погиб в этот самый момент в снежном обвале, который, вопреки всем расчетам лавинщиков, домчался до места съемки. Оператора фильма Джона Германа извлекли из-под снежного завала уже бездыханным. Киноаппарат тоже удалось отыскать в снегу, пленка в нем хорошо сохранилась.

Этот эпизод напомнил, как опасны зимой горы, как коварно пушистое снежное покрывало, лежащее на склонах. Горцы хорошо знают, что снег - это не покрывало, а скорее белый саван для тех, кто, находясь зимой в горах, забывает о том, что в невесомом снегу дремлют силы, которые очень опасно пробудить.

Снежные лавины - одна из величайших сил природы. Они переносят не только снег, но и камни, почву, обломки деревьев. Подавляющее число лавин сходит в незаселенных и не посещаемых человеком местах, но когда человек и лавина встречаются - результат может быть трагическим.

## Лавинные катастрофы

Полного кадастра лавинных катастроф пока не создано, но летописи, рукописи, книги и людская память сохранили для нас описания многих случаев гибели людей под лавинами.

Первые упоминания о лавинных катастрофах встречаются еще в античных описаниях походов Александра Македонского в горы Средней Азии и через Гиндукуш в Индию.

В своей "Истории" римский историк Полибий (201-120 до н. э.) писал о походе карфагенян через Альпы: "Но когда войска Ганнибала дошли до одного узкого места, где не могли пройти ни слоны, ни вьючные животные, упала лавина, и дух войска упал". Переход Ганнибала через Альпы в ноябре 218 года до нашей эры продолжался 33 дня. В горы вошло 80 тысяч пехотинцев, 12 тысяч всадников и 37 слонов, а в долину реки По в северной Италии с гор спустилось только 20 тысяч пехотинцев, 6 тысяч всадников и один слон. Остальные пали жертвами горцев, холода, снежных бурь и лавин.

Альпы имеют самую длинную летопись лавинных катастроф, хотя античность и раннее средневековье почти не оставили нам письменных свидетельств. Первый подлинный средневековый документ сообщил о гибели в лавине части свиты епископа Рудольфа, который на рождество 1129 года направлялся в Рим через перевал Большой Сен-Бернар. Начиная с XV века в хрониках все чаще упоминается о лавинных катастрофах в Альпах. В некоторых местах до сих пор служат мессы в память о жертвах лавинных катастроф. Рыцари и купцы, монахи и пилигримы, крестьяне и пастухи ежегодно гибли на тропах и перевалах Альп. Хронику этих катастроф в увлекательной форме изложил австрийский лавинщик Вальтер Фляйг в своей книге "Внимание, лавины!" (Москва, 1960). Пришлось столкнуться с лавинами в Альпах и русским. Осенью 1799 года из Италии в Швейцарию шла армия под предводительством А. В. Суворова. На лавиноопасном перевале Сен-Готард и в узкой горной долине на пути к Чертову мосту армия понесла незначительные потери от лавин. Недалеко от Чертова моста в нише, вырубленной в крутом горном склоне, стоит памятник суворовским солдатам. Зимой его ежегодно перекрывают лавины.

В нашем веке самая крупная катастрофа произошла в Альпах, во время первой мировой войны, на австро-итальянском фронте. По последующим оценкам, здесь от лавин погибло до 60 тысяч солдат - больше, чем в результате военных действий. А 16 декабря 1916 года осталось в памяти как "черный четверг". В этот день лавинами было засыпано более 6 тысяч солдат. Всего же в тяжелую зиму 1916/17 года жертвами лавин стало более 10 тысяч человек.

Эрнест Хемингуэй, который был прекрасным горнолыжником и в первую мировую войну находился на австро-итальянском фронте в Альпах, так писал о лавинах: "У зимних обвалов нет кличек. Они внезапные, страшные и смертоносные".

Впоследствии в Альпах еще не раз - в 1917, 1919, 1923, 1925, 1931, 1935, 1945, 1951, 1954, 1968, 1975 годах - выпадали зимы с сильными снегопадами, метелями и лавинами, но ни одна зима не уносила столько жертв, сколько "черный четверг" 16 декабря 1916 года.

В Европе лавинные катастрофы отнюдь не являются привилегией Альп. Уже давно ведется учет жертв в Исландии. Еще в сагах сообщалось о гибели 5 человек в 1118 году, а 24 декабря 1613 года на острове погибло сразу 50 жителей. С 1800 года число жертв лавин достигло почти 500 человек, разрушено 470 зданий, уничтожено 3500 голов скота.

В Норвегии в 1679 году под лавинами погибло до 500 человек, а в 1755-м - около 200. Крупная лавинная катастрофа произошла в 1886 году, когда белая смерть, как называют лавины в Альпах, унесла 161 человека. В одной из последних катастроф, зимой 1955/56 года, погибло 30 человек. Неоднократно упоминаются лавинные катастрофы, происходившие в прошлом веке, и в монастырских рукописях Болгарии.

И все же Альпы остаются главным местом разгула белой смерти. Одна из самых жутких катастроф произошла во Французских Альпах совсем недавно: в 1970 году лавина, обрушившаяся на отель в Валь-д'Изер, погубила около двухсот туристов, а другая снесла детский санаторий около Сен-Жерве, похоронив 80 человек - детей и обслуживающий персонал.

В Соединенных Штатах лавинные катастрофы участились в период "золотой лихорадки", когда масса людей хлынула в Скалистые горы на поиски золота и серебра. В 1874 году вблизи городка Альта был засыпан лагерь старателей, в котором погибло 60 человек. Список разрушенных лавинами лагерей и поселков достаточно велик. Но крупнейшая лавинная катастрофа в США была связана со строительством трансконтинентальной железной дороги через Скалистые горы.

В марте 1910 года в районе перевала Стивене через Каскадные горы в штате Вашингтон снежными заносами были заблокированы три поезда. Здесь, на маленьком полустанке Веллингтон, который находился как раз между двумя снегозащитными галереями, раньше лавин никогда не было, так как крутой горный склон над полустанком покрывал густой лес. Но в лето, предшествовавшее этой страшной зиме, лесной пожар уничтожил лес - естественную защиту от снежных лавин. Никто не обратил на это внимания. И вот в ночь на 1 марта после многодневного снегопада и метели огромная масса снега шириной в полкилометра и толщиной в несколько метров ринулась вниз с оголенного склона. Пассажирский и почтовый поезда были уничтожены, состав со снегоочистителем и семь паровозов превратились в груды железа. На полустанке уцелела только гостиница. Люди, выбравшиеся из нее, героическими усилиями смогли спасти из-под снега и обломков только 22 человека. Число погибших точно неизвестно, видимо, их было около 100 - мужчин, женщин и детей.

В том же году, но значительно севернее в Канаде под лавинами погибли 62 рабочих, которые прибыли на перевал Роджер в Британской Колумбии, чтобы выволить из снежного плена поезд трансканадской железной дороги, заблокированный заносами и лавинами.

И в наше время дороги, горные поселки и шахтерские городки в Скалистых горах США и Канады не раз становились жертвами лавин: Твин-Лейк в штате Колорадо 21 января 1962 года, Гранд-Дюк-Майн в Британской Колумбии 18 февраля 1965 года, поселок Террас в той же Британской Колумбии 22 января 1974 года и многие другие.

В большинстве стран Азии учет лавинных катастроф не ведется. Только время от времени газеты сообщают о жертвах лавин на горных дорогах Турции и Ирана, Афганистана и Непала, о снесенных поселках и деревушках. Большинство альпинистов, погибших при восхождении на Эверест, были сорваны с его склонов и погребены лавинами.

Первое упоминание о лавинах в Гималаях в индийской литературе находим в поэме "Мегахдут" ("Облако-вестник"), написанной Калидасой (ок. V века): "Гималаи, обладающие огромными достоинствами и в том числе драгоценными минералами, имеют один недостаток - лавины. Но этот изъян незаметен среди других ценностей, подобно тому как пятна на Луне не уменьшают света, который от нее исходит".

Самые крупные катастрофы всех времен связаны с одним из живописных районов Перу в Южной Америке. Над долиной реки Сайта в цепи Анд возвышается увенчанная шапкой ледников гора Уаскаран. 10 января 1962 года телефонистка в одной из отдаленных деревушек вдруг увидела сорвавшееся с вершины Уаскарана белое клубящееся облако. Тогда она еще не знала, что с верхнего, покрывающего вершину горы, ледника сорвались около 2-3 миллионов кубических метров снега и льда. Эта масса падала вдоль почти вертикального обрыва высотой в километр на ледник, лежавший в чаше глубокого цирка. Содрав с него снег и захватывая по пути обломки камней, песок и гальку, лавина устремилась к поселку Ранраирка и достигла его спустя 7 минут, проделав путь в 16 километров. В поселке и нескольких деревушках, уничтоженных лавиной по дороге, погибло более 4 тысяч человек.

31 мая 1970 года гора Уаскаран опять напомнила о себе. Наш этот раз после землетрясения огромные массы снега и льда снова упали на нижележащий ледник, откололи от него часть льда, и эта масса устремилась по старому руслу к долине реки Сайта, вовлекая в движение рыхлые породы и воду небольшого озера, лежавшего на пути. Первоначальные 5-6 миллионов кубометров снега и льда лавины превратились в 50 миллионов кубических метров снега, льда, каменных глыб, песка и глины. Передний вал обвала возвышался над уровнем долины почти на 90 метров - на высоту тридцатиэтажного дома. Лавина 1962 года остановилась перед небольшим холмом, который защитил тогда город Юнгай. Но на этот раз холм не смог защитить город: из 20 тысяч его жителей уцелело лишь несколько человек. Отстроенный заново поселок Ранраирка был снова стерт с лица земли. Лавина дошла до русла реки Сайта и, круто повернув, прошла вниз по течению реки еще на сотни метров. Последующие исследования показали, что Уаскаран и в прошлом рождал гигантские лавины.

О лавинах на территории нашей страны писал еще Странабон 2000 лет назад в своей "Географии": "... и на Кавказе лавины подстерегают путешественников и взимают много жертв". Крупнейшую катастрофу древности на территории нашей страны в буквальном смысле слова раскопал известный специалист по лавинам Г. К. Тушинский. В верховьях реки Большом Зеленчук в урочище Архыз у подножья хребта Абишира-Ахувба он обнаружил большое селение аланов, которое было разрушено лавинами в XIII веке и потому покинуто населением. Г. К. Тушинский доказал, что в XIII-XIV веках в результате участвовавших суровых и многоснежных зим лавинами на Кавказе были уничтожены многие высокогорные селения и дороги; населенные пункты с тех пор располагаются намного ниже по склонам. Как считает Тушинский, именно активизация лавинной деятельности была одной из причин падения государства аланов.

Приход русских на Кавказ не мог не столкнуться их с белой смертью. Есть сведения о гибели русского военного отряда под лавиной в 1817 году при попытке проникнуть к Эльбурсу.

Особенно богата устными и письменными преданиями история лавинных катастроф на Военно-Грузинской дороге. Многие лавины получили собственные имена. Вот, например, лавина "Майорша": ехала по дороге майорша в экипаже, а свою горничную, которая ей чем-то не угодила, заставила идти пешком. Девушка легко прошла опасное место, а грохочущий, тяжелый экипаж вызвал лавину, которая завалила его вместе с майоршей. Лавина "Персидская" названа

так в память о погибшем под ней делегации, которая ездила в Санкт-Петербург приносить извинения по поводу убийства Александра Сергеевича Грибоедова, русского посла в Персии.

Уже в наше время, в 1932 году, огромная лавина стерла с лица земли поселок Арашенд в Южной Осетии.

Зимой 1942/43 года советским солдатам, защищавшим основные перевалы Кавказа от фашистов, пришлось вплотную столкнуться с лавинами. Солдат готовили к боевым действиям в горах известные альпинисты. Это позволило избежать таких потерь от лавин, которые отмечались на австрийско-итальянском фронте во время первой мировой войны. Но все же отдельные группы солдат не избежали гибели. Погибали и фашистские горные егеря. Участник боев на перевалах Кавказа А. Гусев, ныне профессор, лично наблюдал, как взвод егерей, пересекавших лавиноопасный склон, был целиком сметен лавиной. Наши альпинисты, хорошо знавшие горы, искусственно вызывали лавины, уничтожая таким способом вражеских солдат.

Одна из самых известных в нашей стране лавинных катастроф произошла не на Кавказе, а в невысоких, но очень многоснежных Хибинских горах на Кольском полуострове. Здесь еще в 1912 году со слов местных жителей саами было записано предание о том, как чужеземцы напали на них и они были вынуждены спрятаться на вершине горы, куда поднялись по безопасному склону. Враги же стали подниматься по лавинному склону, на который мудрая старуха-саами набросала сухие стебли осоки, чтобы создать впечатление, что именно здесь саами поднялись на гору. Снег обвалился, и враги погибли в лавине.

В начале 30-х годов в Хибинах началось освоение богатых залежей апатитов. Здесь были построены рудники, дороги, линии связи и жилой поселок. Строители были еще мало знакомы с нравом лавин этих мест. Катастрофа произошла 5 декабря 1935 года. После сильной метели и снегопада на поселок Кукисвумчорр сошли одна за другой две лавины, которые разрушили несколько одно- и двухэтажных домов, засыпали железную дорогу, снесли линии связи и высоковольтную линию, сбросили с путей паровоз и протащили его на 150 метров вниз по склону. Под обломками зданий погибло несколько десятков людей. Принятые энергичные меры позволили в дальнейшем избежать подобных катастроф на комбинате "Апатит". Только сохранившиеся до сих пор в поселке Кукисвумчорр фундаменты снесенных домов напоминают о прошлой трагедии.

Тысячу триста лет назад буддийский монах Сюань Цзан, пересекая Тянь-Шань и Памир, потерял под лавинами многих своих спутников. В своей книге "Записки о странах Запада", оконченной в 648 году, он назвал лавины "снежными драконами". И сейчас "снежные драконы" рыщут в горах Тянь-Шаня и Памира.

Мне пришлось быть свидетелем лавинной катастрофы в Западном Тянь-Шане, на северных склонах Кураминского хребта, где лавина выстрелила, как из пушки, из сравнительно небольшой впадины на оголенном склоне в январе 1956 года. Она разрушила среднюю часть длинного барака, построенного у подножья склона. Лавина шириной всего метров 30, а объемом порядка 1000 кубических метров аккуратно вырезала среднюю часть строения, даже не сдвинув в местах среза асбестоцементные плитки на крыше.

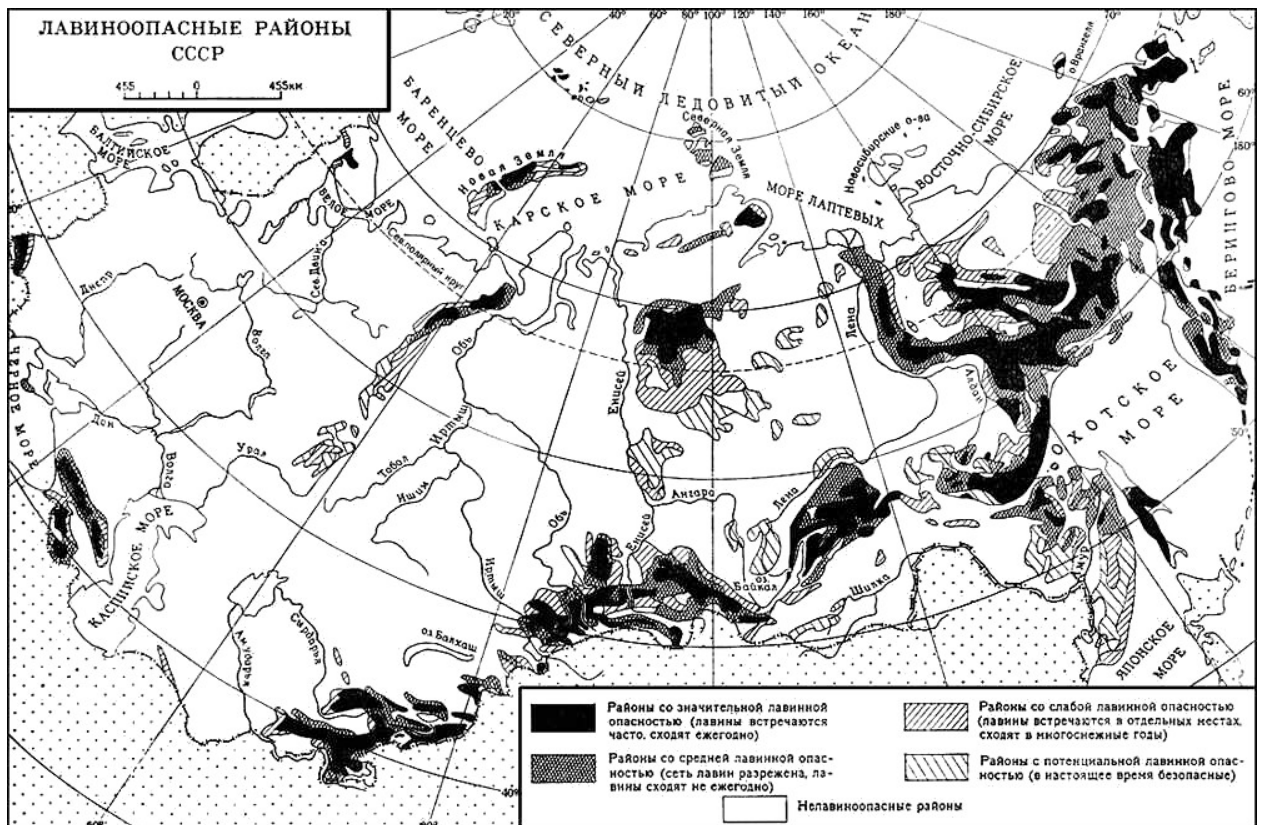
Г. К. Тушинский рассказывал мне о подобном же случае на острове Сахалин. Здесь на пути лавины оказался современный санаторий. К счастью, чисто случайно никто не пострадал.

В этих двух случаях трудно предъявлять особый счет инженерам-строителям. Была середина 50-х годов; в нашей стране активно работало всего несколько профессионалов-лавинщиков. В учебниках для строительных вузов лавинам тогда уделялось не более нескольких строк самой общей информации, которую даже очень старательный студент мог не вспомнить уже через несколько дней после экзамена. Не была достаточного опыта строительства в горных условиях. Советские лавинщики в те годы даже не могли точно сказать, в каких горных областях нашей страны регулярно падают лавины.

### **Где падают лавины?**

Теперь лавинщикам известны все лавиноопасные районы нашей страны. Каждый изыскатель, любой инженер, взглянув на карту лавинной опасности СССР, может определить необходимость изучения лавин в месте будущего строительства. Начало такой карте положили письма с анкетами, которые автор этой книги в конце 50-х годов рассылал во все горные районы страны: на метеостанции, в местные советы народных депутатов, научные учреждения. На письма откликнулись многие энтузиасты. И вот на карту точка за точкой ложились места схода лавин: горы Чукотки и Камчатки, горы Сахалина и Курильских островов, Сунтар-Хаята, Колымский хребет, Саяны, горы Бырранга, хребты Закавказья, Карпаты, горы Забайкалья и Прибайкалья, даже Крымские горы. Стало ясно, что практически нет гор, где бы не отмечались снежные обвалы.

Но это было только начало. Гидрометеорологическая служба СССР совместно с Лабораторией по изучению лавин и гляциальных селей Московского государственного университета начали систематический сбор информации о лавинах в горах нашей страны. Были опрошены все высокогорные метеостанции, обработаны аэрофотоснимки, произведены облеты многих территорий, высажены вертолетные десанты, изучены космические снимки. Этот огромный материал был использован для составления карт лавинной опасности отдельных горных территорий, а потом все данные были сведены в единую карту лавинной опасности на территории СССР. Карта стала документом для всех строительных организаций. Она нужна также туристам, прокладывающим маршрут зимнего похода в горах; геологам, ведущим круглогодично разведку полезных ископаемых, работникам сельского хозяйства, использующим зимние пастбища в горах, одним словом, всем тем, кто зимой находится в горах (рис. 1).



Карта показала, что территория, на которой сходят лавины, занимает 20 % площади нашей родины.

В Швейцарском федеральном институте изучения снега и лавин в специальном контейнере хранится карта лавинной опасности этой страны - набор планшетов стандартного размера с наклеенными на них листами карты масштаба 1:50 000, или 0,5 километра в 1 сантиметре. На карте нанесены все места схода лавин, зарегистрированные за время наблюдений в Швейцарских Альпах. Их насчитывается около десяти тысяч. Недаром еще в прошлом веке известный исследователь альпийских лавин Иоганн Коац писал: "Лавины - одно из самых распространенных, грандиозных, могущественных и вместе с тем гибельных явлений Швейцарских Альп". Из 10 тысяч лавин, занесенных в кадастр, по крайней мере 3 тысячи угрожают дорогам, средствам связи, населенным пунктам.

Карты лавинной опасности, подобные швейцарским, есть во всех альпийских государствах - ФРГ, Франции, Австрии, Италии, Югославии. Они составлены в масштабах от 1 :25000 до 1:500000 в зависимости от потребностей страны. В общей сложности в Альпах насчитывается почти 20 тысяч мест схода лавин, которые в научной литературе (по аналогии с речным водосбором) называют лавиносбором. Другой широко используемый термин - лавинный очаг. По некоторым альпийским лавиносборам лавины сходят несколько раз в год, в других они бывают крайне редко - один раз в несколько сотен лет. Так, понадобилось почти 300 лет, чтобы снова сошла лавина Монтиола в долине Монтафона в Швейцарии, где последний раз она вызвала разрушения в зиму 1689 года - одну из самых лавинных в истории Швейцарских Альп.

Такие же карты созданы в некоторых скандинавских странах, в Исландии, в Чехословакии, Польше и Румынии.

В США и Канаде карты с указанием мест схода лавин создаются на все горные участки, которые осваиваются тем или иным способом, но обзорной карты лавинной опасности на всю территорию этих стран, как это сделано в Советском Союзе, пока нет.

Так или иначе, можно с уверенностью сказать, что во всех горных районах с устойчивым снежным покровом наблюдаются лавины. Совсем не обязательно, чтобы это были такие высокие горы, как Альпы, Кавказ или Гималаи. В невысоких горах, таких, как Хибини, горы Скандинавского полуострова, горы островов Северного Ледовитого океана, горы Урала, лавины тоже часты и опасны. На Курильских островах и Камчатке они падают прямо в океан с крутых высоких берегов, поднимающихся над водой на 100-200 метров. Мне приходилось видеть небольшие обвалы снега на крутых склонах оврагов даже в Подмосковье.

Сейчас стало ясно, что дополнительную лавинную опасность создает деятельность человека, выражение "горы рождают лавины" устарело. Как только человек уничтожает лес на склонах гор, они сразу же оказываются во власти лавин. Но бывает и так, что человек создает лавиноопасные участки "на ровном месте", очень далеко от гор, при прокладке, например, железных и шоссейных дорог. На склонах глубоких дорожных выемок иногда возникают лавины, которые толстым слоем снега перекрывают дороги, создавая перерывы в движении и опасность аварии. Создание открытых карьеров для добычи полезных ископаемых также приводит к возникновению опасности, так как на крутых склонах карьер может накопиться снег и тогда возникнет лавина. Терриконы - искусственные холмы из пустой породы - тоже могут стать местами образования лавин.

Небольшие, обязанные своим существованием исключительно человеку, лавины может наблюдать любой житель города или деревни. Это "лавины с крыш", как их назвал популяризатор лавинных исследований Вальтер Фляйг. Снег постепенно сползает с крутых крыш и потом обрушивается вниз на землю, а иногда на зазевавшихся людей, и это далеко не всегда заканчивается только испугом - известны случаи гибели людей под такими лавинами с крыш. К счастью, гораздо чаще они вызывают только небольшие разрушения. Как-то мне пришлось консультировать своих знакомых по вопросу защиты от подобной лавины, которая несколько раз разрушала печную трубу. У других знакомых снег, обрушившийся с крутой части крыши дома на пологую крышу террасы, разрушил ее. Вот, оказывается, как просто создать свою собственную лавину, свою собственную "домашнюю" лавинную катастрофу.

### **Лавинная опасность возрастает**

Лавинщики хорошо знают, что ущерб от лавин возрастает из года в год. Это подтверждают многочисленные факты. Особенно много таких фактов собрано в альпийских странах, где их учет ведется очень давно. В Швейцарии, классической стране лавин, описание ущерба с точными подсчетами числа разрушенных жилых домов, других построек, погибшего скота, уничтоженного лавинами леса встречаются уже в средние века. Много лет подряд Швейцарский федеральный институт изучения снега и лавин издает ежегодник, в котором дается подробный анализ лавинных условий прошедшей зимы, описывается ущерб, причиненный хозяйству страны, и перечисляются все случаи захвата людей лавинами.



Статистика утверждает, что за весь XIX век в Швейцарии произошло 9 крупных лавинных катастроф, когда разбушевавшаяся снежная стихия нанесла большой урон значительной части страны, а за 75 лет XX века таких катастроф было уже 17. В Австрии, другой альпийской стране, количество лавинных катастроф ежегодно возрастает на 10 %, если взять за отправное пятилетие с 1946 по 1950 год.

Число людей, гибнущих под лавинами, резко меняется из года в год: за двадцать зим, с 1949 по 1969 год, были случаи, когда в альпийских государствах - Австрии, Италии, ФРГ, Швейцарии и Югославии - погибло 274 человека (зима 1950/51 года) и 188 человек (зима 1953/54 года). В эти зимы белая смерть собрала обильный урожай. Но были годы, когда в Альпах погибло совсем немного людей, например, зимой 1954/55 года-только 15 человек. Однако, если усреднить данные о гибели людей по пятилетиям и взять за отправное пятилетие период с 1954 по 1960 год, то окажется, что в каждое следующее пятилетие число жертв белой смерти возрастало более чем на 10%.

Все эти факты утверждают, что, несмотря на ежегодные затраты 30-35 миллионов долларов на защитные мероприятия от селей и лавин в Альпах, увеличение количества наблюдательных станций, передачу лавинных прогнозов по радио и телевидению, ущерб от лавин непрерывно возрастает. То же самое отмечается и в горных областях других стран.

Причиной роста ущерба и жертв от лавин является сам человек. И дело здесь не только в его активном воздействии на природу. Просто человек активно пошел в горы.

Надо сказать, что коренные жители гор в зимнее время стараются не углубляться в горы, а если уж идут туда, то используют для этого веками проложенные пути, которые, как правило, проходят в стороне от лавиноопасных склонов. В общем, они строго придерживаются правила, сформулированного в шуточной туристской песне: "Умный в гору не пойдет"... Именно поэтому, работая в горах Средней Азии и других горных областях, я не мог получить удовлетворительной информации о лавинах от местных жителей - она редко бывала точной.

Причины активного вторжения человека в горы разнообразны. Это прокладка дорог и линий связи по наиболее прямым направлениям. Например, кратчайшее расстояние между Северной и Средней Европой и Италией лежит через перевалы Альп, так же как между Европейской частью СССР и Закавказьем - через перевалы Главного Кавказского хребта, а между Востоком и Западом США - через перевалы Скалистых гор.

Это освоение новых территорий с богатыми природными ресурсами. Нередко оно возможно только при условии преодоления систем горных хребтов, как это было при освоении плодородных районов Калифорнии, на пути к которым стояли многочисленные хребты Скалистых гор. В нашей стране примером этого является прокладка Байкало-Амурской железнодорожной магистрали.

Горы влекут людей и своими подземными сокровищами, поэтому разработка месторождений полезных ископаемых в горах так или иначе сталкивает человека с белой смертью. Использование гидроресурсов горных рек, развитие горного сельского хозяйства, наконец, использование гор как мест отдыха - все это приводит ко все более и более широкому проникновению людей в царство лавин.

Однако наибольшее число людей в горы привлекает зимний спорт, и особенно катание на горных лыжах. Именно эта категория составляет основную часть армии, двинувшейся в горы. Действительно, количество лыжников и туристов в горах в последние десятилетия растет чрезвычайно быстро.

Альпы уже давно превратились из страны горного фермерства в центр европейского и даже международного туризма. Особенно быстро этот процесс происходил в последние три десятилетия. Количество фермерских хозяйств за это время сократилось в Итальянских и Баварских Альпах на 25%, а во Французских даже на 50 %. В то же время количество постоянного местного населения непрерывно росло; фермы перестраивались в пансионаты и гостиницы для туристов и горнолыжников, а освободившееся сельское население перешло в сферу обслуживания туристов. Наряду с этим в горах появилось множество дач и вилл.

Мне неоднократно приходилось бывать в Давосе - небольшом городке в Швейцарских Альпах. Когда-то в прошлом эта был известный курорт для людей, страдающих заболеваниями легких. Но сейчас все изменилось. Давос превратился в центр горнолыжного спорта, поэтому присутствие там больных людей стало даже нежелательным. Зимой городок полон вполне здоровых, слегка седеющих спортивного вида мужчин, вид и поведение которых свидетельствуют, что они преуспевают в жизни. Их сопровождают молодые, очень симпатичные и очень спортивные женщины - постоянные или так называемый "разъездные секретари", выполняющие разнообразные функции. Горнолыжный спорт довольно дорогое, но весьма престижное хобби на Западе.

На главной и в общем-то единственной улице Давоса нет обычных жилых домов, а только гостиницы, пансионаты, мотели - их перечень занимает основное место в справочника о достопримечательностях города. Это не удивляет - только с 1951 по 1970 год число туристов и горнолыжников в Давосе возросло в 5 раз, а в целом по Швейцарии - в 3 раза. Еще более поразительные перемены произошли в Австрии, где число туристов и горнолыжников за тот же период возросло в 15 раз, а в некоторых районах даже в 30 и 40 раз! В зимнее время плотность населения в горнолыжных центрах Альп равняется, а нередко и существенно превышает, плотность населения такого густонаселенного государства, как Нидерланды. При наплыве лыжников и туристов она там иногда достигает 1700 человек на квадратный километр, тогда как в Нидерландах плотность составляет всего 300 человек на квадратный километр! Это неудивительно - сейчас в Западной Европе насчитывается до 20 миллионов любителей лыж, большая часть которых зимой устремляется в Альпы.

В Соединенных Штатах в послевоенный период также начался горнолыжный бум. О его размахе можно судить по известному месту проведения зимних Олимпийских игр 1960 года - горнолыжному центру Скво-Вэлли. Он открылся в 1949 году, когда там был пущен первый подъемник. Тогда его посещали сотни лыжников. А после Олимпийских игр, зимой 1961/62 года, там побывало 100 тысяч лыжников и туристов.

В небольшой горной стране Болгарии в начале нашего века, в 1920 году, лыжами увлекались всего несколько десятков человек; сейчас в Болгарии более 100 тысяч лыжников, и значительная их часть занимается горнолыжным спортом.

Бурный рост горнолыжного спорта и горного туризма происходит и в нашей стране. В Карпатах, на Кавказе и в Закавказье, на Тянь-Шане, в Хибиных, в горах Южного Сахалина и Камчатки созданы быстрорастущие центры горнолыжного спорта и зимнего отдыха, где проводят свой досуг десятки тысяч человек. Они выросли за последние 10-20 лет прямо на наших глазах.

Зимой 1957/58 года мне впервые пришлось попасть в Терскол - крошечный поселок у подножья Эльбруса. До города Тырнауза в то время шла асфальтированная, хотя местами сильно разбитая дорога, а дальше в направлении Терскола по склонам долины реки Баксан петляла узкая, едва присыпанная щебенкой грунтовка. Терскол белел чистым снегом, на фоне которого горели янтарные от солнца стволы сосен. Над их зелеными кронами, как дозорная пограничная вышка, одиноко возвышалась деревянная башня для экспериментов по изучению внутриоблачных процессов. Вокруг башни под пологом леса, засыпанные глубоким снегом, стояли деревянные домики Эльбрусской высокогорной экспедиции АН СССР, а немного в стороне, у склона лепились немногочисленные жилища местного балкарского населения. Эльбрус сверкал на фоне неба необыкновенной голубизны, охраняя тишину этих мест, которую нарушали только гул отдаленных или грохот близких лавин.

Сейчас в Терсколе все изменилось: выросли многоэтажные гостиницы международного класса - "Иткол", "Азау", "Чегет", поднялся комплекс зданий базы ЦСКА, появились здания лаборатории географического факультета МГУ, построенные в стиле швейцарских шале, стоят новые жилые дома, на склоны Чегета шагнули опоры кресельной дороги, а с поляны Азау к вершине Эльбруса устремилась канатная дорога. Зимой толпы людей бродят по поселку, по утрам шумит рынок. У подъемников толпится очередь лыжников и туристов, которых по субботам и воскресеньям непрерывно подвозят специальными автобусами из курортных мест Северного Кавказа! За этим шумом уже не слышно звуков падающих лавин, а домики бывшей Эльбрусской экспедиции совсем затерялись среди жилых зданий и гостиниц.

Число людей, которые едут зимой в горы, теперь намного превышает войска Италии и Австрии, полки А. В. Суворова и армию Ганнибала вместе взятые. И если в этих условиях удастся удерживать потери и гибель людей от лавин на относительно низком уровне (по сравнению, например, с катастрофой на австро-итальянском фронте в "черный четверг" 1916 года), то достигается это исключительно благодаря расширению наших знаний о лавинах, проведению контроля и профилактических мероприятий, развитию методов прогноза, созданию систем защитных сооружений.

Альпийская статистика говорит о том, что на первом месте по числу погибших под лавинами стоят лыжники и туристы. В большинстве случаев это люди или группы, нарушившие правила и требования, связанные с пребыванием в горах в зимний период. В 90 % случаев они сами вызывают губящую их лавину. Таких людей известный исследователь лавин Г. К. Тушинский называл "потенциальными покойниками".

Другой тип "потенциального покойника" - невежда, который плохо представляет себе опасности зимних гор, а если он и слышал о лавинах, то считает, что с ним-то как раз ничего и не случится. Наконец, есть еще один тип людей, которые сами прекрасно осведомлены об опасностях зимних гор и которые поэтому не могут оказаться в числе покойников, но они создают "потенциальных покойников" толпами. Используя горнолыжный бум, они делают бизнес на строительстве домов в лавиноопасной зоне, которые потом продают вместе с участками земли, а также пансионатов и гостиниц, в которые вселяются ничего не подозревающие лыжники. Дело доходит до того, что запрещается публиковать карты с обозначением участков, подверженных воздействию лавин, так

как это может вызвать падение цен на землю и стоящие на ней здания. Лавинщика, опубликовавшего такие сведения, могут через суд заставить уплатить штраф за "нанесенный ущерб". Слова замечательного и очень самобытного лавинщика, первого исследователя лавин в Соединенных Штатах, Монтгомери Отутера: "Лыжников, предпринимателей и официальных лиц необходимо хорошенько пугать не реже, чем раз в три года. Иначе они начнут думать, что лавины - это плод чьего-то воображения",- относятся прежде всего к перечисленным выше категориям людей. Лавинщикам нередко приходится сталкиваться с лицами, чьи действия иногда переходят границу разумного.

В 1976 году мне пришлось увидеть своеобразный монумент невежеству и формализму при решении проблемы лавинной опасности. Это было в Австрии, в известном центре горнолыжного спорта Нейстифте. Мы стояли на крутом склоне горы, внизу перед нами лежал городок. Представитель Управления по борьбе с селями и лавинами земли Тироль с увлечением рассказывал историю схода лавин на этот городок, начиная с середины прошлого века, и с горечью констатировал, что на пути тех лавин, которые сошли здесь в прошлом веке и даже в 1951 году, сейчас построено много новых домов - коммерческие сооружения оказались выше соображений безопасности. Даже некоторые общественные здания были построены в опасной зоне. В подтверждение этого он показал фотографию одной из последних катастроф, на которой было отчетливо видно, что язык лавины уперся в двухэтажное здание, завалив первый этаж, а над окнами второго этажа отчетливо виднелась надпись "Народная школа".

Со склона это здание было прекрасно видно: двухэтажный светлый дом с балкончиком на стороне, обращенный к горам. Перед домом были расположены какие-то легкие разноцветные конструкции. "Перевели ли школу в другое место из столь опасной зоны?" - спросил я представителя Управления. "Да, - подтвердил он,- школа теперь вон там".- И он махнул рукой в сторону церкви. "А что это за конструкции?" - я снова повернулся к бывшей школе. Представитель Управления протянул мне сильный армейский бинокль. В бинокль я увидел перед зданием хорошо оборудованную детскую площадку с горками, каруселями, качалками и лесенками из металла и разноцветного пластика, а на том месте, где на старой фотографии виднелась надпись "Народная школа", теперь было написано "Детский сад". Когда я удивленно сообщил об этом австрийцу, он заявил: "Не может быть!", а потом, разглядев в бинокль надпись и детскую площадку, вздохнул: "Не могу понять, как это получилось!" Что ж, даже в этой классической стране лавин, так много сделавшей для борьбы с белой смертью, не так просто бороться с невеждами и бюрократами, облеченными официальными полномочиями, которые там и здесь создают "потенциальных покойников", забывая о том, что снег в горах может стать опасным и коварным врагом.

## История слова

Слово "лалина" пришло в русский язык из немецкого, от слова Lawine, которое представляет собой видоизмененное древнегерманское слово "лафина" (Lavine), а последнее ведет свое происхождение от латинского корня "лаб" (lab), что означает "неустойчивость", "подвижность"; достаточно вспомнить происшедшее от этого же корня слово "лабильность" - неустойчивость. На основе этого же корня в средневековой латыни возникло слово "лабина" (labine).

Римляне не знали слова "лалина" - это явление природы они называли "молес нивиум" (moles nivium), то есть "груда снега", а позднее "казус нивиум" (casus nivium), то есть, буквально, "снежный казус". В средние века все писали средневековой или вульгарной латыни, и, видимо,

какой-то неизвестный нам автор создал термин "лавина" и ввел его обиход, нисколько не заботясь, а скорее всего, не зная об уже существующих латинских терминах. Во всяком случае, уже в рукописях VI века появилось слово "лавина", которое затем все чаще стало встречаться в научных трактатах и хозяйственных записях.

Надо сказать, что слову "лавина" повезло: хотя каждый народ, живущий в горах, имеет собственные слова для обозначения этого стихийного бедствия, и говорящие на немецком языке жители Альп не составляли исключения, все же в немецкий литературный и научный язык вошел именно этот термин, а не его местные эквиваленты. Определенную роль для утверждения слова "лавина" в немецком языке сыграла драма Шиллера "Вильгельм Телль", на страницах которой он неоднократно упоминает это стихийное явление:

*В стране широкой тесно будет мне.  
Уж лучше пусть над головой лавины.  
Гремит и грохочет лавина в горах,  
Стрелок не робеет на скользких тропах.  
То ледники. Они гремят ночами.  
На нас оттуда катятся лавины.*

В "Горной песне" Шиллер снова обращается к образу лавины:

*Страшись пробужденья лавины ужасной:  
В молчании пройди по дороге опасной.*

Гете в "Фаусте" тоже говорит о лавине:

*Я для того пошел пешком по скалам  
И в руки взял дорожную клюку,  
Чтобы внимать лавинам и обвалам...*

В русском языке в начале XIX века для обозначения лавины использовали слово "обвал".  
Вспомним стихотворение! А. С. Пушкина "Кавказ":

*Отселе я вижу потоков рожденье  
И первое грозных обвалов движенье...*

В "Путешествии в Арзрум во время похода 1829 года", рассказывая о Дарьяльском ущелье, по которому проходит Военно-Грузинская дорога, А. С. Пушкин так описывает лавину:

«... услышал я глухой рокот. "Это обвал",- сказал мне г. Огарев. Я оглянулся и увидел в стороне груды снега, которая осыпалась и медленно съезжала с крутизны.»

Несколько раньше в том же произведении А.С. Пушкин упоминал об обвале в июне 1827 года: "Огромная глыба свалясь засыпала ущелье на целую версту и запрудила Терек". Из этого текста

неясно о каком обвале идет речь - грунтовым или снежном. Но можно предположить, что речь идет о лавине, поскольку в стихотворении 1829 года "Обвал", по всей видимости, на основе рассказов об этом случае он пишет:

*Оттоль сорвался раз обвал,  
И с тяжким грохотом упал,  
И всю теснину между скал  
Загородил,  
И Терека могучий вал  
Остановил.  
Вдруг истощась и присмирив,  
О Терек, ты прервал свой рев;  
Но задних волн упорный гнев  
Прошиб снега...  
И затопил, освирепев,  
Свои берега.  
И долго прорванный обвал  
Неталой грудю лежал,  
И Терек злой под ним бежал  
И пылью вод  
И шумной пеной орошал  
Ледяный свод...*

Пожалуй, нет более выразительного описания лавины, запрудившей реку, прорыва лавинной плотины и образования над рекой снежного моста из лавинных отложений.

А. С. Грибоедов описал лавину в таких строках:

*...Я был в краях,  
Где с гор верхов ком снега ветер скатит,  
Вдруг глыба этот снег в паденьи все охватит,  
С собой влечет, дробит, стирает камни в прах,  
Гул, рокот, гром, вся в ужасе окрестность.*

Но термин "обвал", безусловно, не подходил к описанию лавины, так как требовал поясняющего слова - "снежный", поэтому в современной научной и художественной литературе, как правило, употребляется слово "лалина" и гораздо реже "снежный обвал".

В поэме "Кавказский пленник", написанной в 1828 году, Лермонтов использует слово "лалина":

*Глядел он с ними, как лавины  
Катятся с гор и как шумят,  
Как лавой снежною блестят,  
Как ими кроются долины...*

Как уже упоминалось, жители гор имеют свои эквиваленты слову "лави́на". У жителей Альп, говорящих на немецком языке, есть даже целый набор терминов: "лау", "лан", "элауинен" и другие - свое слово в каждой долине. В Болгарии горцы лавины называют "преспи" или "соспи", в Осетии на Кавказе - "сахиа" и "заей". Знать местные названия грозного явления природы просто необходимо, так как уже по названию: местности, долины или горы можно судить о лавинной опасности района. Например, в Альпах такие названия, как Валь-Лавинуаз (Долина Лавин), Ланер-Копф (Лавинная Голова - наименование горы) или Ланский лес, говорят сами за себя. На Кавказе названия, подобные Сахиаиы Ком (Лавинное ущелье) или Зейгалан Хох (Гора, с которой всегда сходят лавины), являются прямым предостережением проектировщикам и строителям.

У слова "лави́на" со временем появился и более глубокий смысл по сравнению со средневековым вариантом. Сейчас оно обозначает особый характер процесса, свойственный многим снежным обвалам,- быстрое нарастание его во времени "вдруг глыба этот снег в паденьи все охватит". Понятие "лави́нный процесс" нашло широкое применение в ядерной физике.

## Рождение лавин

«Исследовать истину в одном отношении трудно, в другом легко. Это видно из того, что никто не в состоянии достичь ее надлежащим образом, но и не терпит полную неудачу, а каждый говорит что-то о природе и поодиночке, правда, ничего или мало добавляет к истине, но, когда все это складывается, получается заметная величина.»

Аристотель. Сочинения. Метафизика. Книга вторая

«Мне кажется, что единственной надеждой на точный прогноз лавины может быть изобретение некоего очень сложного прибора, который должен находиться на лавиноопасном склоне, вести постоянные наблюдения и регистрировать непрерывный калейдоскоп сил, действующих в снежном покрове.»

М. Отуотер, Охотники за лавинами

## **Многоликий снег. Лавины во время снегопадов и метелей. Неожиданные лавины. Мокрые лавины. Прогноз непредсказуемого.**

Мягкий пушистый снег... Приятно смотреть, как крупные хлопья снега медленно оседают на землю, деревья, крыши, подчеркивая контуры всего, что создано природой и человеком. После первого снегопада пейзаж всегда резко меняется, а в домах становится светлее от яркой, все окутывающей белизны.

Снег - друг. Он сохраняет зимой почву от промерзания, а растения от гибели. Снег - это запас влаги на полях. Накопленный зимой в горах, летом снег талой водой идет на поля засушливой зоны. Наконец, снег - это прекрасные зимние виды спорта.

Но снег и враг. Снегопады и метели засыпают дороги, резко затрудняют движение транспорта. Груз снега давит на крыши зданий, он липнет на провода и рвет их, снеголом повреждает деревья. А в горах наступает пора лавин.

## Многоликий снег

Крутые склоны гор - это уже готовые пути для срыва и движения лавин. Но без снега лавин быть не может. Поэтому, образно говоря, лавины начинаются в воздухе, когда где-то над горами из мощной стены облаков начинает сыпать снег.

Снегопады так же разнообразны, как и дожди, но вода, принесенная дождями, быстро стекает; остаются только иссякающие на наших глазах ручейки и высыхающие лужи. Снегопады же оставляют после себя долгий след - сохраняющиеся до весны слои снега, которые ложатся на предшествующие слои и всегда заметно от них отличаются. Причина такого различия лежит прежде всего в том, что от снегопада к снегопаду меняется форма выпадающих снежинок: то это шестилучевые звездочки, то сrostки таких звездочек - хлопья, то мельчайшие ледяные столбики, то мягкие округлые комочки - снежная крупа. Число форм выпадающих снежинок гораздо разнообразнее, чем каждый из нас может себе представить. Разработанная в 1951 году Международная классификация включала 10 основных типов снежинок, в каждом из которых было выделено еще три дополнительных варианта формы (рис. 2).

INTERNATIONAL SNOW CLASSIFICATION FOR  
SOLID PRECIPITATION





















Graphic Symbol	Examples	Symbol	Type of Particle
		F1	Plate
		F2	Stellar crystal
		F3	Column
		F4	Needle
		F5	Spatial dendrite
		F6	Capped column
		F7	Irregular column
		F8	Graupel
		F9	Ice pellet
		F0	Hail

Рис. 2.-Международная классификация выпадающих снежных кристаллов.

Символы: F1-пластинки; F2 - звездочки; F3-столбики; F4 -иголки; F5 -пространственные звездочки; F6 - столбики с пластинками; F7 - кристаллы неопределенной формы; F8 - снежная крупа; F9 - ледяные зерна; F0 - град. Первый столбик - графические символы.

Через 15 лет американцы Мегано и Ли опубликовали значительно более подробную классификацию, которая включала уже 80 форм снежных кристаллов. Сейчас считается, что существует, по меньшей мере, 130 разных форм снежинок! Такое большое число форм снежных



кристаллов обусловлено сложностью и разнообразием условий температуры, движения воздуха и влажности в облаках, где они зарождаются, и изменением этих условий на пути снежинки к поверхности земли. За время снегопада форма выпадающих снежинок может несколько раз меняться; тогда в слое снега одного снегопада можно обнаружить вторичную слоистость, связанную с изменениями выпадавших кристаллов.

Снегопады разнообразны: это может быть редкий неторопливый снежок, который образует всего несколько сантиметров нового снежного покрова, но может быть и настоящий снежный ливень, когда снег валит так густо, что уже в двух-трех метрах ничего не видно, кроме падающей белой стены; снег ежеминутно залепляет лицо, а снежный покров растет прямо на глазах. Во время таких снежных ливней образуется очень мощный снежный покров - толщиной до метра и больше.

В Андрематте, городке близ Сен-Готарда, через который когда-то проходила суворовская армия, в катастрофическую зиму 1951 года в ночь на 20 января толщина снега в результате ливневого снегопада выросла на 1,5-2 метра. Утром началась эвакуация людей из зданий, которым угрожали лавины, а уже в 2 часа дня первая лавина уничтожила столетний отель "Мельница" и разрушила до основания стоявшую уже несколько сотен лет гостиницу "Три короля". Следующие лавины разнесли восемь военных казарм.

Сильные снегопады, во время которых толщина снежного покрова возрастает более чем на метр, - нередкое явление в горах нашей страны. Особенно часты они в горах Аджарии, в Карпатах, западной части Кавказа, Тянь-Шаня, Джунгарского Алатау, Алтая, которые стоят на пути западных ветров, подобно снегоудерживающим щитам у дорог, и перехватывают влагу, выносимую на территорию СССР с Атлантики, точно так же, как горы Сахалина, Курильских островов и Камчатки перехватывают потоки влаги с Тихого океана, где ливневые снегопады тоже не редкость.

В 1976 году, во время исключительной по обилию снега зимы на Кавказе, в Сванетии после нескольких ливневых снегопадов на одном из склонов снега скопилось так много, что деревья высотой до 7 метров оказались погребенными под ним: поверх скрытого под снегом леса сошла лавина. Этот уникальный в истории изучения лавин случай был описан Г. К. Тушинским.

Все хорошо знакомы с обложными дождями, которые могут продолжаться и день, и два, и неделю. Такими же длительными могут быть и снегопады в горах. За время таких неторопливых снегопадов тоже образуется толстый снежный покров. Зима 1965/66 года была исключительно снежной и лавинной на огромной территории Средней Азии - от западных отрогов Памиро-Алая до Алтая. Толчком для схода гигантских лавин послужил длительный снегопад с 10 по 15 марта 1966 года, за время которого толщина снежного покрова выросла на 0,7-0,9 метра.

В целом в горах снега всегда намного больше, чем на окружающих равнинах, так как они являются естественными аккумуляторами осадков вообще и снега в частности, обостряя за счет своей высоты все атмосферные процессы, приводящие к образованию осадков. А понижение температуры воздуха с высотой в горах увеличивает долю снега в общей годовой сумме осадков.

Снег на крутых склонах гор накапливается не только во время снегопадов: ветер тоже способствует его накоплению и рождению лавин. В ясный солнечный день при полном затишье на дне долины на вершинах и гребнях гор можно увидеть словно курящуюся дымку, вытянутую в одном направлении. Это "снежные флаги" - перенос снега ветром с наветренного на подветренный склон. На подветренных сторонах гребней хребтов метели строят снежные карнизы, которые угрожающе нависают над склонами.

Особенно много снега на склонах накапливается тогда, когда ветер дует во время снегопада; толщина снега в лавиносборах в таких условиях растет очень быстро, возникают гигантские лавины. Именно такие условия - сильный снегопад и ураганный ветер - вызывали катастрофы в Альпах в 1951 и 1954 годах, в Скво-Вэлли в 1952 году, в Портильо (Чилийские Анды) в 1966 году, на Кавказе в 1976 году. У нас такое сочетание снега с ветром называют бураном, в Соединенных Штатах - снежным штормом, а научное его название - "общая метель".

Хибины - невысокие, ниже 1000 метров над уровнем моря, горы на Кольском полуострове - являются классическим местом лавин, рождаемых метелями. Плоские вершины Хибинских гор - идеальные хранилища снега, с которых метель словно метлой сметает его на крутые склоны, где накапливается толща мощностью до нескольких метров. Началась метель в Хибинах - жди лавин, об этом хорошо знают местные жители. Еще полвека назад швейцарский исследователь В.Паульке назвал ветер главным архитектором лавин.

Снег, только что отложенный снегопадом или метелью, называют новым снегом, но чаще свежим, свежеснеженным или свежееотложенным снегом. Вес 1 кубического метра такого снега может меняться от 50 до 500 килограммов. Он может быть совершенно несвязным и сыпучим, как сухой песок. Такой снег называют "диким". Состоит он обычно из ледяных столбиков и иголок, которые не имеют никаких выступающих частей, способствующих их сцеплению.

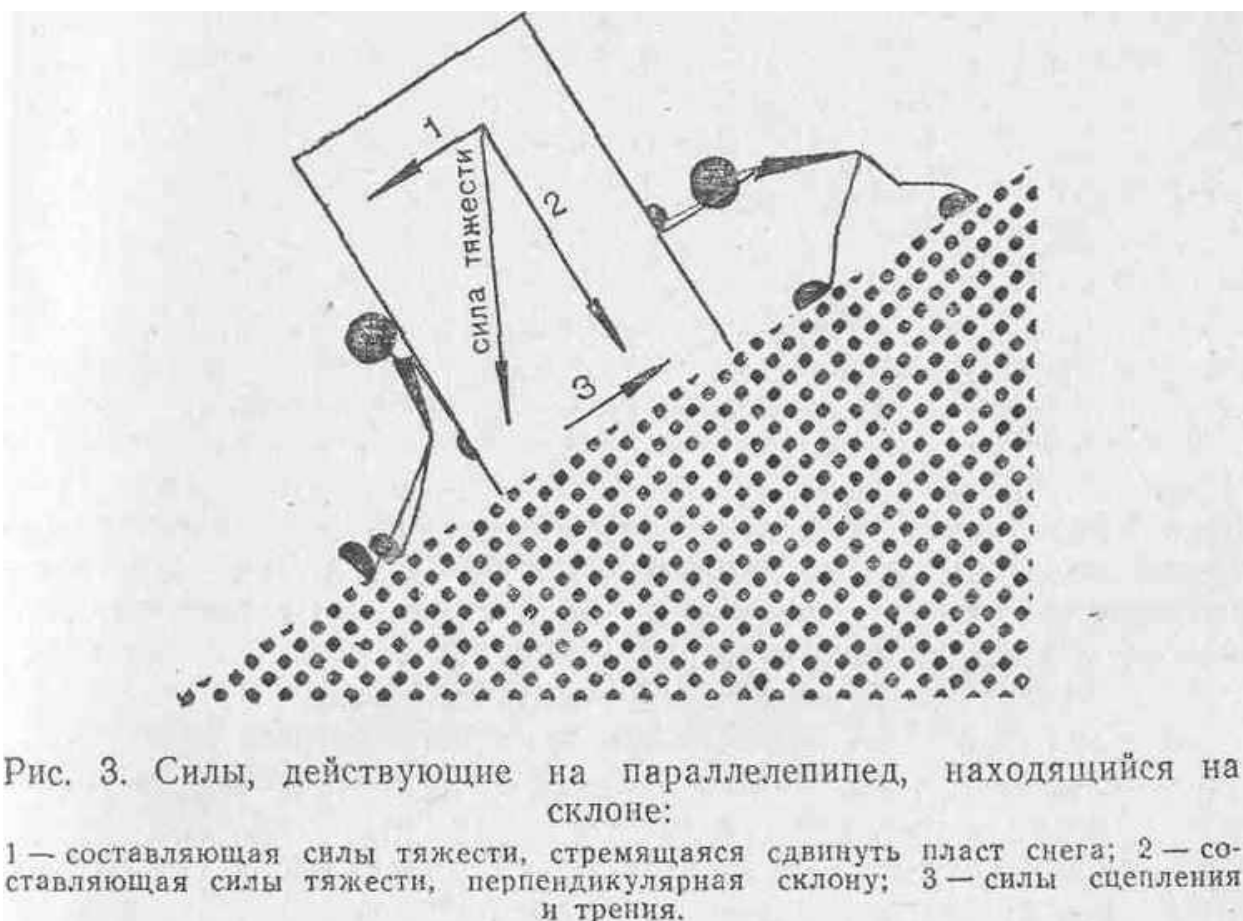
Когда снежные кристаллы имеют выступы, они сцепляются друг с другом при отложении, и тогда свежий снег образует связный слой. Степень связности сильно зависит от формы снежинок, температуры, при которой образуется слой, силы ветра, влажности снега. Достаточно связный слой снега называют снежной доской.

Метели, как правило, образуют связный свежий слой снега, который называют ветровым настом, а в научном языке официальный статус получил термин "ветровая доска". Иногда образуется такая плотная ветровая доска, что по ней можно легко ходить - она не проваливается, а иногда на ее поверхности не оставляют следов даже металлические канты горных лыж. Процесс образования метелевой "снежной доски" не вполне ясен. Предполагается, что ветер "упаковывает" переломанные и измельченные обломки снежных кристаллов в подходящие для них выемки на поверхности снежного покрова, где они закориваются и смерзаются. Этот процесс напоминает работу грейдера, выравнивающего неровности дороги. Но возможен и вариант зацепления перемещаемых ветром частиц за неровности и выступы поверхности. Такие способы образования наста возможны при перекачивании частиц снега ветром по поверхности или при сальтации частиц, то есть прыжках частиц под ударами ветра, что наблюдается обычно в метровом слое воздуха над снежной поверхностью. Но ветер может переносить снег и на большой высоте - до 100 метров, когда вихревые потоки поднимают тучи снега и перебрасывают его на значительные расстояния - до того места, где вихрь ослабевает или затухает. При таком способе переноса указанные выше механизмы образования ветрового наста не работают. Далеко не все исследователи уверены в том, что перенос снега ветром на больших высотах над землей действительно имеет место. Но экспериментальных данных для окончательного ответа еще недостаточно. Прочность настов очень разнообразна, она зависит от скорости ветра, продолжительности метели, типа переносимого снега и типа выпадающих при метели снежинок, а также от температуры воздуха и ее изменений. Свежееотложенный снег может резко отличаться по своей влажности, то есть содержанию в нем свободной воды: он может быть сухим, и тогда связность его обычно бывает меньше; может быть влажным, и тогда связность увеличивается за счет слипания частиц снега; наконец, он может быть мокрым и практически несвязным. Обычные

и метелевые слои снега образуют снежный покров, в котором идут сложные процессы преобразования снежинок в новые формы. В снежном покрове, лежащем на склоне, возникают напряжения. Определение сочетание этих процессов и напряжений в конце концов может привести снег в неустойчивое состояние, которое нередко реализуется в виде лавины.

### Лавины во время снегопадов и метелей

Снег срывает со склонов только одна сила - сила тяжести. Чтобы понять ее роль, вырежем мысленно из слоя снега, лежащего на плоском склоне, куб. Силу тяжести, направленную вертикально вниз, в соответствии с законами механики, можно разложить на две составляющие - одна будет направлена перпендикулярно к поверхности склона, на котором лежи куб, а другая - параллельно этой поверхности (рис. 3).



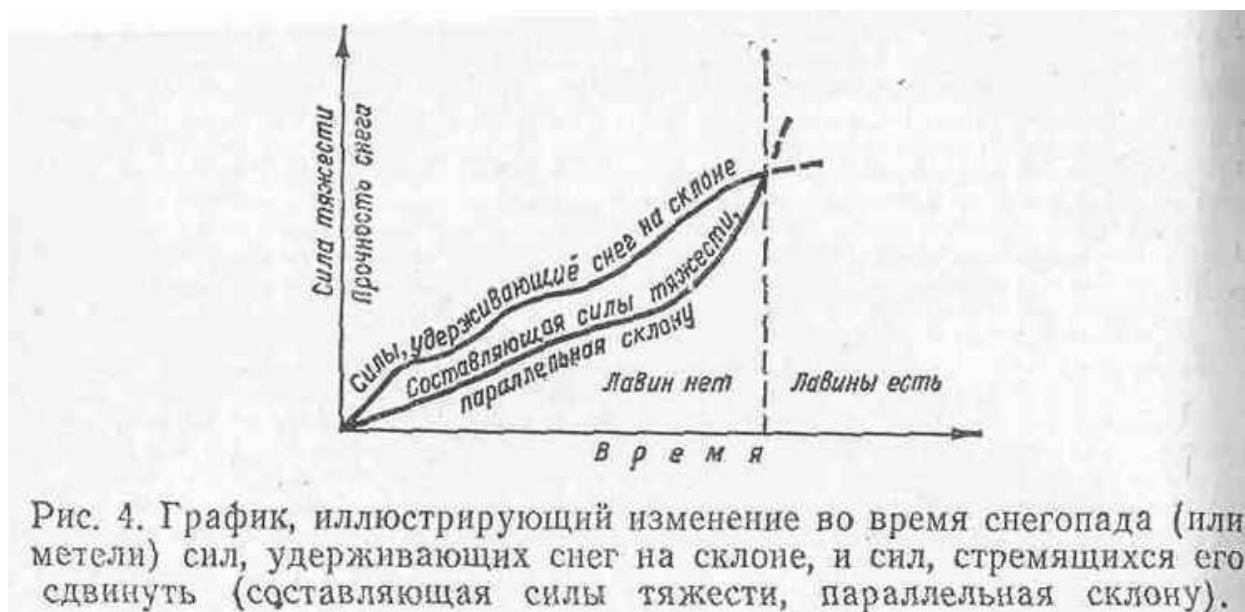
Чем больше толщина снежного покрова на склоне, тем больше составляющая силы тяжести, направленной вдоль склона, - она растет прямо пропорционально толщине снега.

Наверное, каждый человек неоднократно прочувствовал на себе эту самую "составляющую": именно благодаря ей можно быстро съехать на лыжах или санях с горы. Но есть другие силы, которые противодействуют составляющей силы тяжести, направленной параллельно склону, и удерживают снег на склоне. Это, во-первых, сцепление нашего куба с нижележащим снегом или поверхностью грунта. Во-вторых, даже при отсутствии сцепления (а такое бывает) это сила трения, зависящая, по законам физики, от веса куба. Сумму сцепления и трения называют сопротивлением сдвигу. Наконец, в-третьих, смещению куба противодействует снег, лежащий ниже по склону, а вышележащий - удерживает его за счет связей между частицами снега. Эти силы обычно называют контурными. Их очень просто смоделировать: стоя на лыжах на склоне,

упряться палками перед собой, чтобы не съехать, или зацепитесь ими сзади за куст или дерево - вот вы и получили представление о контурных силах.

Хотя сила тяжести действует всегда, далеко не всегда возникает лавина. Дело в том, что сила тяжести - это только пороховой заряд, который надо чем-то воспламенить. Иначе говоря, нужен спусковой механизм, который даст силе тяжести возможность преодолеть силы, удерживающие снег на склоне.

Природа заготовила много "спусковых механизмов", но не все они известны. Попробуем найти спусковой механизм лавин, возникающих во время снегопадов и метелей, так как это наиболее благоприятные периоды образования лавин в горах, для чего обратимся к графику (рис. 4)



на котором по горизонтали отложено время от начала снегопада (или метели), а по вертикали - две величины: изменение за время снегопада суммы сил, удерживающих снег на склоне, и составляющей силы тяжести, стремящейся привести снег в движение, превратить его в лавину.

Вскоре после снегопада образуется тонкий слой снега, в котором возникают силы, удерживающие его на склоне, - сцепление снежных кристаллов друг с другом и с той поверхностью, на которую он лег. Так как слой свежееотложенного снега очень тонок, то сила тяжести невелика - она много меньше сил, удерживающих пласт. При дальнейшем продолжении снегопада все будет зависеть от скорости изменения тех и других сил (см. рис. 4). Если сила тяжести будет возрастать быстрее сил, удерживающих снег на склоне, то в какой-то момент она сравняется с ними - наступят условия равновесия снежного пласта на склоне. Дальнейшее продолжение снегопада приведет к превышению силы тяжести, направленной вдоль склона, над удерживающими силами, и тогда пласт снега неизбежно обрушится в виде лавины. Вот он - спусковой механизм: скорость увеличения силы тяжести опережает скорость роста сил, удерживающих снег на склоне.

Составляющую силы тяжести очень просто выразить через толщину снежного покрова, если известна его плотность. Толщина свежееотложенного пласта, при которой устанавливаемое равновесие сил, удерживающих и сдвигающих пласт, называется критической толщиной. Огромное разнообразие видов свежееотложенного снега приводит к такому же разнообразию величин критической толщины снега. Очевидно также, что для одного и того же вида снега критическая толщина будет зависеть и от крутизны: чем больше крутизна склона, на котором

лежит пласт, тем меньше его критическая толщина и наоборот. На склонах крутизной  $60^\circ$  и больше снег вообще не держится, при снегопаде он с таких склонов сразу осыпается. Все приведенные рассуждения относятся и к случаю накопления снега на склоне за счет его переноса ветром.

Теперь, когда ясен спусковой механизм образования лавин во время снегопадов и метелей, казалось бы, очень просто предсказать такие лавины: как только образовался пласт свежееотложенного снега, определяются все необходимые величины для расчета удерживающих его сил. По сумме этих сил определяется критическая толщина, то есть граница между устойчивым и неустойчивым состоянием. А дальше совсем просто: если известна скорость прироста высоты свежеевыпавшего снега, то на эту величину делят критическую высоту и получают время, когда все силы уравниваются. Пусть, например, критическая толщина будет 100 сантиметров, а скорость нарастания слоя - 10 сантиметров в час, тогда слой достигнет критической толщины через 10 часов, и после этого в любой момент можно ожидать лавину.

Конечно, на деле все не так просто. Рассмотренная модель устойчивости снега на склоне построена для идеальных условий, которые бывают очень редко. Так, склоны гор практически не бывают плоскими: в профиле они или вогнуты, или выпуклы, или даже волнистые, или это сочетание выпуклого и прямого участков, вогнутого и прямого и т. п. Форма продольного профиля существенно сказывается на устойчивости снега на склоне. Вдоль склона меняется и толщина снега, хотя в модели она была принята как постоянная; снег редко откладывается ровным слоем на склонах, особенно при участии ветра, а расчеты показывают, что изменение толщины снега в пределах 10 % на склоне крутизной  $35^\circ$  меняет критическую толщину снега почти в полтора раза. Еще одно допущение заключается в том, что силы сцепления, внутреннее трение и контурные силы принимаются неизменными во время снегопада. Наконец, допущение о неизменности скорости нарастания толщины снега за время снегопада тоже далеко не всегда соответствует реальным условиям.

Многие из этих допущений вполне преодолимы. Существует, например, соответствующий математический аппарат, с помощью которого можно учесть профиль склона и изменчивость толщины слоя снега. Можно чаще измерять скорость нарастания толщины снега во время снегопада или метели, чтобы вносить соответствующие поправки в расчеты. Но есть пока почти непреодолимая трудность - практически нет возможности измерить силы, удерживающие снег на склоне, то есть его сопротивление сдвигу, и контурные силы, так как нет приборов и методов, которые позволяли бы это делать надежно для всех видов снега в слое малой толщины. Особенно сложно определять силу сопротивления сдвигу. Обычно, как и для грунтов, ее представляют в виде суммы сил сцепления и трения. Приборы, применяемые для этого в механике грунтов, не всегда пригодны для снега, так как образцы снега при измерении их прочностных свойств часто деформируются.

Теория прочности снега пока еще недостаточно разработана; это связано не только со сложностью задачи, но и с тем, что серьезные механики и инженеры нередко иронически относятся к изучению свойств такого эфемерного вещества, как "прошлогодний снег". Известный специалист в области механики снега Малькольм Меллор, выступая в 1977 году на собрании Международного гляциологического общества, рассказал, что, когда он начинал работать в армейском подразделении по исследованию снега, льда и мерзлоты - Snow, Ice and Permafrost Research Establishment, или, сокращенно, SIPRE,- эту аббревиатуру многие маститые специалисты инженерного корпуса армии Соединенных Штатов расшифровывали так: Stupid Individuals

Performing Ridiculous Experiments, что переводится как "Глупые индивидуумы, проводящие нелепые эксперименты". В некоторых аспектах такой взгляд на проблему механики снега сохранился до сих пор.

Неразработанность вопросов теории прочности снега, отсутствие надежных методов определения его механических свойств, казалось бы, предопределяют невозможность предсказания лавин во время снегопадов и метелей. Однако лавинщики - практики просто не подозревали, что проблема столь сложна, поэтому, понимая в целом необходимость определения механических свойств снега для решения проблемы прогнозирования лавин, они попытались решить ее чисто эмпирическим путем исключив необходимость обращения к этим свойствам снега.

Впервые такой прогноз лавин был разработан для района добычи апатитовой руды в Хибинах после лавинной катастрофы в конце 1935 года. Здесь еще в 1933 году была организована исследовательская станция для защиты от снега участка Кировской железной дороги. Разразившаяся лавинная катастрофа заставила вплотную заняться разработкой прогноза лавин.

В Хибинах обвалы чаще всего происходят во время буранов - снегопадов с сильными метелями: на такие случаи приходится 80% всех обвалов снега. И.К.Зеленой, сотрудник созданной в 1936 году Снежно-метеорологической службы комбината "Апатит", изучил все метели и сопоставил их с днями схода лавин в районе поселка и подъездных путей. Оказалось что лавины возникают не при каждой метели. Порог, через который должна перешагнуть скорость ветра, чтобы наметать в лавиносоры с необходимой интенсивностью достаточное количество снега, составляет 10 метров в секунду. Только после его превышения через определенное время наступала опасная ситуация. Уже зимой 1936/37 года было выдано 15 "обвальных предупреждений", из которых 12 оправдалось.

В дальнейшем метод уточнялся. Были использованы дополнительные материалы по метеостанции на Апатитовой горе, которые лучше отражали ветровые условия района. Выявилось, что надо отбросить те случаи, когда при скорости ветра 10 метров в секунду и больше снегопада нет, а также, когда такой ветер не сопровождается метелью, так как поверхности снега укрыта от ударов ветра панцирем ледяной корки после оттепели или прочным ветровым настом от предыдущей метели. Была сделана попытка учесть направление ветра: оказалось, что самые крупные лавины возникают во время таких ветров с метелью, по отношению к которым склоны являются подветренными. Если сильный ветер с метелью дует вдоль склона, то лавины тоже обрушиваются, но размеры их значительно меньше.

Уже после Отечественной войны руководитель лавинной службы комбината "Апатит" В.Н.Аккуратов использовал для прогноза лавин, возникающих во время метелей, данные наблюдений за количеством переносимого снега, которые проводились на вершине горы Юкспор с 1936 года.

Количество переносимого метелями снега измеряется специальным прибором - метелемером, действующим как ловушка для летящих над поверхностью снежных кристаллов. С помощью метелемера можно определить, сколько граммов снега переносит ветер за минуту через каждый квадратный сантиметр в плоскости, перпендикулярной поверхности снега. Когда переносимый метелью снег попадает с наветренного на подветренный склон, ветер ослабевает, частицы снега выпадают и образуют наносы свежееотложенного снега, скорость нарастания которых прямо зависит от величины метелевого переноса. В.Н.Аккуратов определил, что лавины не образуются при метелевом переносе менее 1,5 грамма через квадратный сантиметр в минуту. Это означало,

что в условиях Хибин метелевый перенос, меньший данного критического значения, не обеспечивает достаточно быстрого роста толщины свежееотложенного слоя, соответственно сумма сил, удерживающих снег на склоне, растёт быстрее, чем составляющая силы тяжести. Спускковой механизм не срабатывает - "лавинная пружина" сжимается недостаточно. Но после того, как величина переноса снега при метели достигнет порога в 1,5 грамма через квадратный сантиметр в минуту, примерно через 10 часов следует ожидать схода первых лавин. Десять часов нужно для того, чтобы сжать "лавинную пружину" до отказа. Чем больше ветер переносит снега, тем быстрее сжимается лавинная пружина: при метелевом переносе втрое больше критического лавину следует ожидать через 6 часов, а при переносе в 8 раз больше критического лавины начнут сходить уже через 3 часа. Этого времени вполне достаточно, чтобы вывезти людей и технику в безопасное место и прекратить движение на дорогах, которым угрожают лавины.

Разработанный в Хибинах метод даёт возможность предсказывать не время схода какой-то определенной лавины, а момент наступления такого периода во время бурана, когда в исследуемом районе в одном из лавиносборов может сорваться первая лавина. Таким образом, прогноз относится к целому, сравнительно однородному району, в котором могут быть десятки мест схода лавин. Прогноз считается оправдавшимся, если сошла хотя бы одна лавина, поэтому он получил наименование фонового прогноза времени наступления лавинной опасности, но для краткости говорят "прогноз лавин".

Такой метод прогноза можно назвать методом критических ситуаций: одно явление может вызвать другое явление, только перейдя определенный порог, причем в каждом конкретном месте сам порог может быть другим. Метод критических ситуаций хорошо работает там, где есть очевидная связь схода лавин с определенными метеорологическими явлениями, которые наблюдаются в предшествующий лавинам период.

В горах Уосач штата Юта в начале 50-х годов независимо от исследователей в Хибинах пришел к фоновому прогнозу времени наступления лавинной опасности при снежных штормах Монтгомери Отуотер. Потом он шуточно заметит, что толкнула его на этот путь нелюбовь копать шурфы в глубоком снежном покрове, так как в то время на Западе все лавинщики равнялись на швейцарскую школу тщательного изучения снежной толщи. Отуотеру для прогноза пришлось учесть другие метеорологические явления и другие критические пороги, что было связано с особенностями условий в горах на Западе США при снежных штормах. Во время сильного снегопада при ветре необходимо, как установил Отуотер, чтобы были преодолены по крайней мере два порога: во-первых, скорость выпадения осадков должна быть равна или больше 2,5 миллиметра в час (здесь осадки измеряются слоем воды, а не толщиной снега), во-вторых, ветер должен иметь скорость не менее 6 метров в секунду. Лавинная опасность при переходе этих порогов возникает тогда, когда сумма выпавших осадков в виде снега достигнет 25 миллиметров (опять в слое воды), или, иными словами, через 10 часов.

После разработки первых прогнозов лавин в Хибинах методом критических ситуаций они стали широко применяться во многих районах нашей страны и дали удовлетворительные для практических целей результаты. В прогнозы стали включать дополнительные пороговые показатели, которые учитывают конкретную обстановку того или иного района. Изменен подход и к самим пороговым значениям - теперь их выделяют два: одно - крайнее нижнее значение, ниже которого лавины никогда не возникают, другое - крайнее верхнее, при превышении которого лавины возникают всегда. Между этими крайними пороговыми значениями возможны ситуации с лавинами и без них. В этом интервале иногда выделяют промежуточное пороговое значение,

которое может, например, разделять такие ситуации между нижним и промежуточным порогами: из 10 случаев только в 3 возникали лавины, то есть в 30 % случаев, а между промежуточным порогом и крайним верхним лавины отмечались в 6 случаях из 12, то есть в 50 % случаев.

В последнее время все чаще используется статистическая обработка данных для нахождения корреляционных зависимостей между началом схода лавин во время снегопадов и метелей и предшествующими метеорологическими явлениями. В результате получают формулы, в которых момент схода лавин зависит от некоторого числа наблюдаемых в данном районе метеорологических явлений.

В методе критических ситуаций достаточно хорошо исследован нижний критический предел и почти не исследован верхний. Казалось бы, если данное метеорологическое явление сильно превышает критический порог, то должны возникать очень опасные лавинные ситуации. Между тем в районе Норильских гор, где очень часты сильные метели, лавины, как это ни странно, практически отсутствуют. Это объясняется тем, что частые и очень сильные метели так "укладывают" раздробленные снежинки, что многометровая толща остается прочно лежащей на склонах в течение всей зимы.

Прогноз лавин во время снегопадов и метелей выдается обычно за несколько часов до наступления опасного периода. Увеличить его точность и заблаговременность не удастся в связи с отсутствием надежных методов прогноза погоды в горах. Все прогнозы лавин основываются на использовании так называемого метода тенденции, смысл которого заключается в следующем утверждении - то, что наблюдается сейчас, будет продолжаться и дальше. Следовательно, если в данный момент наблюдается снегопад с интенсивностью осадков выше критического порога, то предполагается, что он будет таким в течение еще нескольких часов. Опираясь на эту тенденцию, рассчитывают время схода первых лавин. Если через какое-то время интенсивность осадков возрастет, то в прогноз можно ввести коррективы, так как опасный период наступит раньше. Если же до истечения времени прогноза снегопад прекратится или его интенсивность станет ниже пороговой, то предупреждение о лавинной опасности снимается. Отсутствие метеорологического прогноза осадков и метелей в горах накладывает серьезное ограничение на повышение заблаговременности и точности прогноза лавин, поэтому вряд ли следует ожидать в ближайшее время повышения надежности подобных прогнозов лавин. Скорее следует удивляться тому, что при отсутствии метеорологических прогнозов прогнозы лавин, основанные на методе критических ситуаций, оправдываются в 70-80 % случаев. Безусловно, многое здесь следует относить за счет знания местных условий и интуиции лавинщиков, разрабатывающих прогнозы. Понимая, что без метеорологического прогноза развивать дальнейшую работу трудно, некоторые лавинщики небезуспешно пытаются прогнозировать сильные снегопады в горах, что повышает надежность и заблаговременность прогноза лавин.

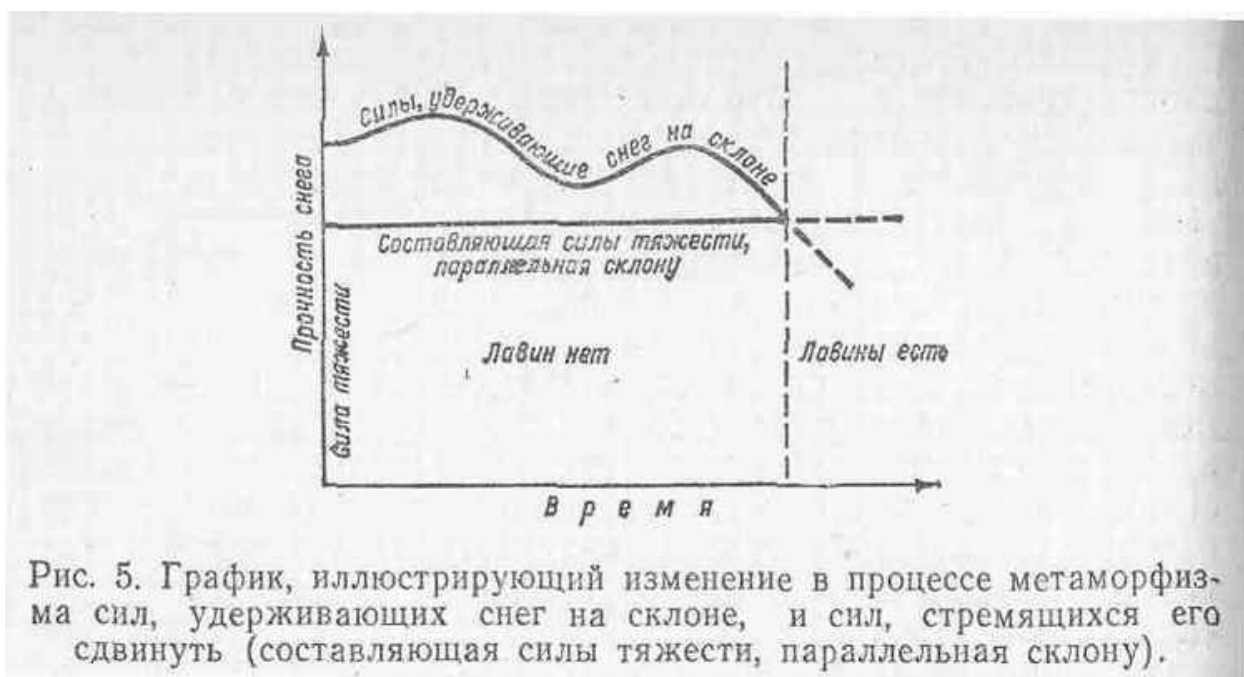
## **Неожиданные лавины**

В истории изучения лавин есть одно удивительное обстоятельство. В Швейцарии, где впервые были начаты исследования лавин и где много лет существует единственный в мире институт изучения лавин, очень долго не занимались разработкой их прогноза методом критических ситуаций во время снегопадов и метелей. Причин для этого, видимо, было несколько: давние традиции тщательного исследования строения снежной толщи, глубокое понимание сложности происходящих в ней процессов и, наконец, достаточно хорошее представление о роли



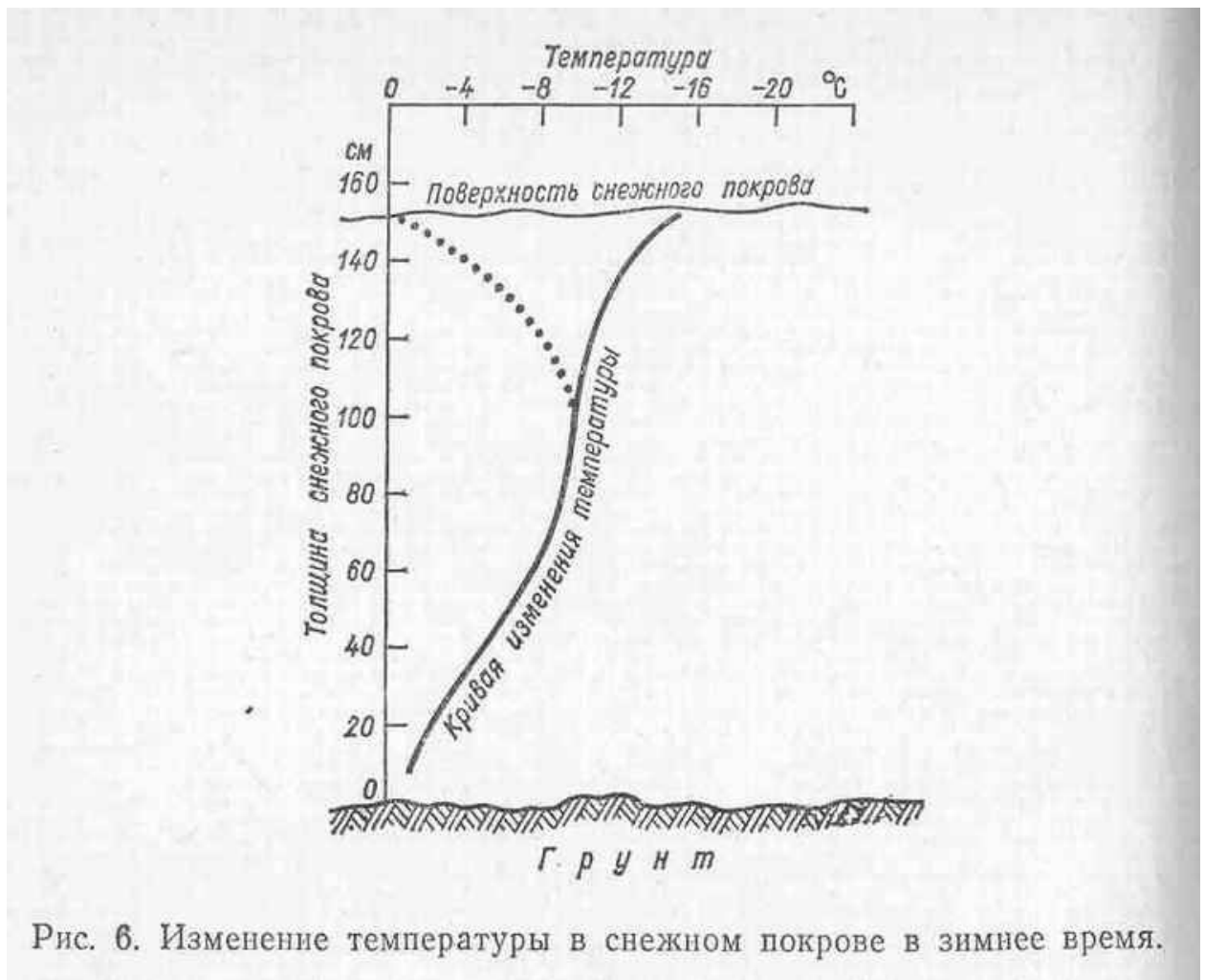
механических свойств снежного покрова в возникновении лавин. Но все же этот груз знаний, по-видимому, не позволял уяснить тот факт, что в условиях сильных снегопадов и метелей процессы в снежном покрове в своем развитии отстают от быстрого нарастания толщины свежееотложенного слоя, и рост нагрузки становится доминирующим фактором. Накладывало свой отпечаток и то, что исследователи лавин в Альпах прекрасно знали множество случаев, когда лавины срывались со склонов неожиданно, без особой видимой связи с внешними факторами при ясной безветренной погоде. "Мнение, что при морозной погоде лавины не сходят,- писал Матиас Здарский - еще в 1929 году,- или что любой снег через три дня осядет,- широко распространенное заблуждение".

Причина возникновения таких "не очевидных" лавин, когда сила тяжести остается постоянной, так как нет снегопада и метели, лежит в тех преобразованиях толщи снега, которые уменьшают силы, удерживающие его на склоне. В результате в какой-то момент эти силы становятся, сравнимы с составляющей силы тяжести и при дальнейшем ослаблении прочности снежного покрова возникает лавина (рис. 5).



Попытаемся выяснить, каков спусковой механизм подобных лавин, зарядом которых служит на сей раз не меняющаяся сила тяжести.

Снежный покров имеет две поверхности: нижняя - неподвижная, прилегающая к земле, и верхняя - подвижная, которая граничит с воздухом. Верхняя граница может изменяться во время снегопада или метели, а также в результате оседания и таяния снега. Оседание бывает наибольшим сразу после снегопада. Обычная скорость оседания снега меньше 1 сантиметра в сутки, но после снегопадов она может достигать и даже превышать 10 сантиметров в сутки. Иногда при слабом снегопаде толщина снега не увеличивается, а уменьшается, так как скорость его оседания больше скорости нарастания за счет свежееотложенного снега. Оседание в основном обязано чисто механическому уплотнению за счет передвижения и разлома снежных кристаллов под тяжестью вышележащего снега, но частично оно возникает в результате изменений самих кристаллов. В снежном покрове, при всем огромном разнообразии первоначально отложенных снежинок, идет процесс их превращения в довольно однообразные округлые или оgranенные зерна разного размера. Этот процесс называют метаморфизмом. Причиной метаморфизма является температура. В снежном покрове температура меняется довольно закономерно (рис. 6)



На его нижней поверхности она обычно равна или близка к нулю, а в приповерхностном слое происходят колебания температуры, следующие за колебаниями температуры воздуха. Между температурой у поверхности и у грунта в зимнее время есть разница, которая характеризуется градиентом температуры, то есть ее изменением на каждый сантиметр глубины. Когда начинается таяние, температура снежной толщи становится однородной, равной нулю. В целом снежный покров на поверхности нашей планеты существует при температуре, близкой к точке плавления, - этим он резко отличается от прочих горных пород. Молекулы любого вещества в таких условиях очень подвижны и чувствительны к изменению внешних условий, поэтому огромная площадь поверхности, которую образуют кристаллы в снежном покрове, очень активна: между соседними кристаллами снега и между кристаллами и окружающей средой идет непрерывный обмен молекулами воды. Свежевыпавший снег - одно из самых неустойчивых веществ на земле: он начинает изменяться сразу же после отложения на поверхности грунта. Скорость метаморфизма и его направление определяются температурой: чем она выше, тем быстрее происходят изменения. Различают три типа метаморфизма: изотермический, который происходит при отсутствии в снежном покрове температурного градиента или когда последний очень мал, этот тип называют также деструктивным; метаморфизм при температурном градиенте в толще снега, его часто называют конструктивным; и метаморфизм таяния - замерзания. Каждый тип метаморфизма вызывает свои особые изменения в толще снега.

На начальной стадии изотермического метаморфизма при отсутствии температурного градиента снежинки теряют мелкие детали, распадаются на мелкие зерна, отчего этот тип метаморфизма и называют деструктивным, то есть разрушительным. Затем начинается постепенное округление

зерен и рост более крупных за счет более мелких. Перенос вещества при этом происходит за счет испарения с острых выступающих деталей зерен и отложения его в местах соприкосновения зерен, где прилегающие друг к другу кристаллы создают вогнутую поверхность. За счет того, что на выступах давление водяного пара больше, чем в вогнутых полостях, в порах снежного покрова как бы действует множество мельчайших насосов, перекачивающих вещество, минуя жидкую фазу. Испарение вещества без перехода в жидкую фазу называют возгонкой, а переход этого пара прямо в твердое вещество - сублимацией. Таким образом, в снежной толще идут процессы возгонки и сублимации. Перенос молекул происходит также за счет еще недостаточно изученных процессов на поверхности ледяных частиц. Этот тип метаморфизма приводит к срастанию снежных зерен и в целом к упрочнению того слоя, где он развивается.

Когда в снежной толще возникает температурный градиент, он тоже начинает действовать как насос, перегоняя водяной пар из более теплых участков, где давление пара по законам физики выше, к более холодным, где оно ниже. При этом типе метаморфизма пар, оседая (сублимируясь) на зернах, преобразует их в угловатые, полые внутри, чашеобразные кристаллы, которые могут достигать 8-10 миллиметров в поперечнике. За такое строительство этот тип метаморфизма и называют конструктивным. Подобные кристаллы называют глубинной изморозью, а слой, в котором они развиваются, исследователи лавин в Альпах назвали снегом-пльивуном, потому что в слоях глубинной изморози связи между ограненными зернами ослаблены, слой становится менее прочным и более рыхлым, и при механическом воздействии он обычно рассыпается на отдельные зерна. Нередко снег-пльивун образуется в основании снежного покрова, на границе с грунтом, когда в начале зимы, еще при сравнительно тонком снежном слое, в нем возникает большой температурный градиент. В таком слое силы, удерживающие снег на склоне, уменьшаются, и в тот момент, когда они станут меньше составляющей силы тяжести, направленной вдоль склона, срывается лавина.

"Глубинная изморозь подкрадывается потихоньку,- пишет М. Отуотер,- месяц за месяцем. Я всегда считал, что мины - одна из отвратительнейших форм оружия. Эта бездушная штука лежит себе, поджидая кого-нибудь, кто пришел бы и зацепил спусковой механизм. Для мины неважно, будет ли жертва другом, врагом или ни тем и ни другим. Жертвой может оказаться любой". Морозная погода разбрасывает такие мины на склонах; бывает достаточно одной - двух недель мороза, чтобы образовался слой глубинной изморози.

Развитие слоев снега-пльивуна тесно связано с толщиной снежного покрова: глубинная изморозь развивается быстрее там, где он тоньше. При прочих равных условиях на затененных склонах она образуется быстрее и имеет большую толщину. В суровых климатических условиях образование слоя глубинной изморози более вероятно, так же как и на больших высотах в горах. Разрыхленный снег не обязательно образует непрерывный слой; он может образовывать пятна в снежном покрове. Снег-пльивун развивается не обязательно только на границе с грунтом: он может возникать и внутри снежной толщи, а также на ее поверхности.

Изотермический метаморфизм и метаморфизм при температурном градиенте ведут к упрочнению или же разрыхлению и ослаблению слоев снежного покрова. Они, в соответствии с изменениями погоды, непрерывно сменяют друг друга, создавая в толще снега слои разной прочности. Пачка слоев разной прочности уже сама по себе представляет неустойчивую конструкцию, но когда очень слабые слои находятся внутри пачки или в ее основании - это делает конструкцию похожей на карточный домик.

Чтобы предсказывать лавины, связанные с образованием слоя, ослабленного в результате конструктивного метаморфизма, надо прежде всего выяснить - образовался ли он в толще снежного покрова и если образовался, то в каком месте и на какой глубине. Это всегда делалось с помощью шурфования, то есть выкапывания в снегу ямы - шурфа. На стенке шурфа в слоях снега записаны история их отложения и характер изменений, которые в них происходят. Опытный лавинщик, используя набор нехитрых инструментов, довольно легко читает страницы этой записи. Исследуя один слой за другим, можно определить все основные характеристики снега: плотность, размеры и огранку зерен, температуру, реакцию на механические воздействия и т. п. Слои глубокой изморози (снег-пльвун) отличаются специфическим характером огранки и формой зерен. Чтобы выявить смену типов метаморфизма и интенсивность изменений кристаллов, шурфы надо копать регулярно через сравнительно короткие промежутки времени. Труд это тяжелый, так как в горах в течение большей части зимы толщина снежного покрова превышает 2 метра, а разреженный воздух затрудняет дыхание. Поэтому даже среди лавинщиков - фанатиков находится не так уж много любителей копать шурфы. В известной мере облегчил жизнь лавинщикам простой и удобный прибор для выявления снега-пльвуна, известный как зонд Хефели, твердомер-зонд или пенетрометр (от английского слова - проникать). Это размеченный разъемный металлический трубчатый стержень с конусовидным наконечником, который имеет диаметр, чуть больший диаметра стержня. С помощью груза постоянного веса с отверстием в середине, который свободно движется вдоль стержня до специального упора, зонд забивают в снег. Глубина, на которую стержень погружается в снежный покров при каждом ударе или серии ударов, или нагрузка в килограммах на каждое погружение, характеризует твердость, то есть сопротивление данного слоя проникновению в него постороннего тела. Используя измерения, полученные с помощью твердомера-зонда, можно построить график зависимости изменения твердости слоев Снега с глубиной и выявить ослабленные слои, которые отождествляются со снегом-пльвунном. Работа с пенетрометром значительно менее трудоемка, чем копание шурфов, поэтому этот простой прибор широко применяют лавинщики.

Однако ни шурф, ни твердомер-зонд не могут дать сведений о скорости ослабления в той или иной прослойке в зависимости от величины температурного градиента. Почти невозможно с помощью существующих приборов определить механические свойства в такой прослойке, так как, когда к образцу из нее прикладывают некоторую нагрузку, снег частично рассыпается и остается неясным, что же было определено при приложении нагрузки.

И еще одна трудность - правила безопасности запрещают, проведение каких-либо исследований на лавиноопасном склоне, в том числе в предполагаемом месте возникновения лавины. Шурфы обычно копают на максимально близком к месту отрыва лавин и похожем на него участке. Уже в этом заложено определенное допущение, так как полной идентичности в формировании ослабленных прослоек, естественно, быть не может. Но все идет более или менее хорошо, пока не сойдет первая лавина. После этого возникает огромное различие между слоистостью снежного покрова на безопасном участке и лавинном склоне, где обвал снес часть слоев. Поэтому исследование шурфа на безопасном участке становится чисто академическим занятием и уже не может быть полезным для прогноза лавин.

Лавинщики остро нуждаются в дистанционном приборе, с помощью которого можно было бы заглядывать внутрь снежного покрова, не выходя на опасный склон. Но, к сожалению, пока нет даже дистанционного твердомера-зонда, который остается одним из основных приборов для предупреждения о лавинах, обязанных предательскому снегу-пльвуну.

Сотрудники Горской службы Чехословакии, организации, которая занимается вызволением людей из разных передряг в горах (в том числе - в случаях лавинных катастроф), Милош Врба и Игорь Гоудек, изучив данные наблюдений лавинных станций за снежной толщей, твердостью снега, определяемой твердомером-зондом, и сходом лавин, получили довольно простые эмпирические соотношения, которые позволяют давать предупреждения о состоянии слоев снега, лежащих на прослойках глубинной изморози. Если твердость ослабленной прослойки меньше некоторого порога, определенного твердомером-зондом, а у соседних верхнего и нижнего слоев она в 2,5-4 раза больше, то такая структура снежного покрова неустойчива, и слои, лежащие на основании с малой величиной твердости, могут обрушиться при небольшом дополнительном импульсе. Если же величина твердости ослабленной прослойки совсем небольшая, а у соседних слоев эта величина больше в 4 раза, то лавину можно ожидать в любой момент. Конечно, это не метод прогноза, а скорее констатация факта неустойчивой структуры снежного покрова, которая может реализоваться в виде лавины.

О глубинной изморози, или снеге-пльвуне, знает каждый лавинщик. Считалось, что ослабленный слой в толще снега - это обязательно слой глубинной изморози, и всякий неожиданный сход лавины без особых видимых причин связывали с этим "проклятием лавинщиков". Но появляется все больше фактов, которые свидетельствуют о том, что далеко не всегда глубинная, изморозь является причиной неожиданного нарушения устойчивости снежного пласта. Не раз отмечались случаи, когда срыв лавины происходил в слое, где было очень мало кристаллов глубинной изморози. При этом в сохранившейся после схода лавины толще снега иногда присутствовал слой снега-пльвуна, но не он оказывался причиной обвала. Коварный слой, по которому произошел сдвиг снежного пласта, имел вид обычного мелкозернистого или крупнозернистого снега. Поэтому сейчас слои, по которым происходит срыв лавин, все чаще называют ослабленными, не связывая их с глубинной изморозью, так как внешне похожие слои без характерного для снега-пльвуна преобладания остроконечных кристаллов могут оказаться как прочными, так и ослабленными. Разница между ними заключается в том, что при приложении нагрузки к ослабленному слою он рассыпается на отдельные зерна или сростки зерен, а прочный слой реагирует на разрушающую нагрузку иначе - он раскалывается на несколько кусков. Причина такой разной реакции на нагрузку остается пока неясной.

Ослабленные прослойки влияют и на возникновение лавин во время снегопадов и метелей. Если перед снегопадом (или метелью) в снежном покрове возник ослабленный слой, то дополнительная нагрузка в виде свежееотложенного снега может вызвать нарушение устойчивости не в новом снеге, а в этом ослабленном слое, и тогда по нему произойдет срыв пласта, который включает как старый, так и новый снег. Возникнет смешанная лавина. При прогнозах во время снегопадов и метелей такие лавины пока не выделяют в особую группу.

Приходится как будто признать, что лавины, связанные с метаморфизмом сухого снежного покрова, еще плохо поддаются прогнозированию. Прямое изучение ослабленных прослоек пока не дает лавинщикам ключа к уверенному прогнозу таких лавин. Но не будем спешить с окончательными выводами.

## Мокрые лавины

Кроме метаморфизма сухого снега в снежном покрове идет метаморфизм таяния - замерзания. Снег все время находится на грани превращения в воду. Зимние оттепели, прогревание снега на солнечном склоне, весеннее потепление - все это вызывает появление в снежном покрове свободной воды в результате перехода части льда из твердого в жидкое состояние. Появление воды в снеге не может не вызвать изменений его механических свойств. Лавины, которые рождаются в результате взаимодействия снега с водой, обычно называют мокрыми, или влажными. Они разнообразны и весьма опасны, так как снег в них всегда тяжел и плотен. Вот описание такой лавины, сошедшей в Давосе (Швейцария), сделанное В.Фляйгом: "Здесь пришлось иметь дело с совершенно мокрой снежной массой, которая так замуровала свои жертвы, что они не могли даже пошевелиться. У всех умерших было спокойное выражение лица: им не пришлось вести тяжелой предсмертной борьбы, для которой у них не было ни сил, ни возможности".

Если метаморфизм сухого снега сводит все разнообразие снежных кристаллов к округлым зернам разного размера и ограненным чашеобразным кристаллам глубинной изморози, то метаморфизм таяния - замерзания еще больше упрощает структуру снега - он превращает и снежинки, и зерна, и кристаллы глубинной изморози в однородную крупнозернистую массу.

Эксперименты с образцами снега показывают, что при повышении температуры его прочностные свойства ослабевают, и наоборот, при понижении температуры снег становится более прочным. Но в то же время в естественном снежном покрове понижение температуры у его поверхности ведет к возникновению слоев разрыхления, а повышение температуры ускоряет процесс изотермического метаморфизма, который способствует упрочнению снежных слоев. В снеге идут разнонаправленные процессы, и преобладание одного над другим в конце концов зависит от соотношения скоростей их протекания. При повышении температуры в результате изотермического метаморфизма снег упрочняется, но когда температура достигает нуля градусов, появляется вода, и прочность снега быстро уменьшается. Остается такое впечатление, что природа, решив помочь человеку в борьбе с лавинами, задумала сбалансировать разнонаправленные процессы, но не довела это дело до конца.

Свободная вода в снежном покрове появляется после того, как снег достигнет температуры плавления - нуля градусов по шкале Цельсия; вслед за этим всякий дополнительный приток тепла ведет не к повышению температуры снега, а только к таянию некоторого количества его, соответствующего количеству поступившего тепла. Тепло в снег поступает из разных источников. Это может быть теплый воздух над снежным покровом; тогда таяние, вызванное им, называют адвективным. Это может быть солнечное излучение, когда в ясный солнечный день, - даже при отрицательной температуре воздуха, снег на склонах, обращенных к солнцу, может подтаивать; такое таяние называют радиационным. Наконец, вода в снеге может появиться при выпадении дождя: обычно дождь выпадает на уже тающую поверхность, но бывают случаи выпадения и на сухой снежный покров. Дождь также приносит тепло в снег. Небольшое количество влаги, появившееся в первый момент после начала снеготаяния или дождя, только смачивает ледяные зерна, что способствует увеличению сцепления между ними за счет сил поверхностного натяжения. Дальнейшее увеличение количества свободной воды приводит к таянию мелких зерен и спаек между зернами, что уменьшает силы, удерживающие снег на склоне. Так, при радиационном таянии, когда слой подтаявшего снега лежит на сухом холодном слое, на границе между ними образуется водонасыщенная прослойка, в которой связи между зернами снега нарушены в результате таяния, а верхний влажный слой еще достаточно прочен и в нем

возникают дополнительные связи за счет сил поверхностного натяжения. Этот слой очень пластичен, и когда он сходит в виде лавины, на его поверхности могут образоваться складки и волны, что позволило В.Фляйгу назвать такие лавины снежными платками, так как их движение похоже на соскальзывание шелковой скатерти с поверхности полированного стола.

Таяние снежного покрова - сложный процесс: оно начинается с верхней поверхности, где вода первоначально удерживается в порах капиллярными силами (силами поверхностного натяжения). Но когда количество воды увеличится и ее вес превысит капиллярные силы, она начинает движение вниз под действием силы тяжести. Таяние неоднократно прерывается возвратами холодов. Весной в дневное время, при ярком солнце и положительной температуре воздуха, в горах идет довольно интенсивное таяние, которое в ночное время сменяется замерзанием, так как температура воздуха падает ниже нуля, а снежный покров быстро выхолаживается за счет потери тепла путем излучения. В результате к утру на поверхности снежного покрова образуется ночной наст из смерзшегося талого снега, который с восходом солнца снова начинает таять. Для возникновения лавин, связанных со свободной водой в снежном покрове, большое значение имеет скорость насыщения снега водой при таянии или выпадении дождя на его поверхность. Если насыщение идет медленно, то тающий или смачиваемый дождевой водой снег будет постепенно оседать, уплотняться, излишки воды будут стекать или поглощаться подстилающим грунтом, и снег растает на месте. Быстрое таяние или интенсивный дождь в своей разрушительной работе опережают процесс оседания и уплотнения, приводя к образованию грандиозных лавин, которые часто срывают со склона всю толщу снега, накопившуюся за зиму, и несут ее вниз вместе с камнями, кусками дерна и вырванными деревьями. Но это не более чем общая схема. В реальных условиях она существенно усложняется. Даже при медленном таянии может возникнуть лавина, если в снежном покрове сохраняется ослабленный горизонт: он быстрее, чем любой другой слой, теряет устойчивость при проникновении в него воды.

Если в снежной толще есть водонепроницаемая ледяная корка или прослойка сильно уплотненного снега, то она может оказаться той поверхностью, над которой будет накапливаться талая вода. Затем вода потечет по уклону вдоль этого водонепроницаемого слоя. В водонасыщенном слое снега возникнут сила всплывания и сила, связанная с фильтрацией, направленная вдоль склона. Две эти силы действуют так же, как и составляющая силы тяжести, стремящаяся сорвать снег со склона. Поток воды будет вымывать частицы снега, что приведет к ослаблению сил, удерживающих снег на склоне. Такой механизм образования лавин также возможен при снеготаянии.

При метаморфизме таяния - замерзания снежный покров может переходить в устойчивое и неустойчивое состояние в зависимости от интенсивности притока воды и скорости разрушения связей между кристаллами; при этом часто возникают новые дополнительные силы, которые помогают силе тяжести сдвинуть снежный пласт. Происходит сложное взаимодействие свободной воды со слоями снежной толщи. Все это создает трудности в выявлении точного механизма срыва каждой мокрой лавины.

В большинстве горных районов преобладают лавины, возникающие во время снегопадов и метелей, а также в результате метаморфизма сухого снега. Мокрые лавины бывают реже обычно их число не превышает 20-30 % всех лавин, но суммарный объем этих лавин может быть больше суммарного объема всех остальных, лавин. Это связано с тем, что мокрые лавины обычно сбрасывают весь снег до грунта. К началу снеготаяния снежный покров на склонах достигает наибольшей плотности - обычно порядка 300-350 килограммов на кубический метр. Когда такой

снег насыщается водой и движется в виде лавины, то его плотность возрастает еще больше: мокрые лавины - это тяжелые лавины; они несут также много камней и другого материала, который захватывают по дороге. Все это вместе взятое делает мокрые лавины очень опасными, и прогноз их остается важной практической задачей.

Проблема прогноза мокрых лавин исключительно сложна. Если при сильном снегопаде или метели процессы, происходящие в снежном покрове, отступают на второй план, так как подавляются и не успевают в своем развитии за ростом толщины снега, а при метаморфизме роль внешних факторов (низкая температура воздуха, создающая большой температурный градиент в снеге), напротив, как бы уходит на задний план, то тяжелые лавины мокрого снега есть очевидный результат совместного и одновременного действия как внешних, так и внутриснежных изменений. Именно поэтому они часто задают исследователям трудноразрешимые загадки, так как сложный механизм взаимодействия внешних и внутренних факторов понят еще недостаточно, а механические свойства влажного и мокрого снега вообще остаются белым пятном. Исследование шурфов в мокром снежном покрове не дает достаточной информации для суждения о возможном образовании лавины, поскольку преобразованный водой снег однороден - вода как бы стирает "текст" слоев со "страниц" снежного шурфа. Поэтому при прогнозах мокрых лавин исходят из метеорологических данных на чисто качественной основе: пошел сильный дождь - жди лавины, началась резкая и глубокая оттепель среди зимы - жди лавины, весной при бурном снеготаянии - жди лавины. Вряд ли тут можно говорить о какой-то надежности или заблаговременности. Казалось бы, прогноз лавин, связанных со свободной водой в снеге, равно как и, прогноз лавин, связанных с метаморфизмом сухого снега, невозможен. Но в последние годы появились новые пути для решения этой проблемы.

#### Прогноз непредсказуемого

Вычислительная техника позволяет обрабатывать большие массивы информации; именно поэтому она и была использована для статистико-эмпирических методов прогноза лавин. Смысл этого подхода к решению проблемы прогноза заключается в том, что с помощью компьютера производится анализ многочисленных данных за ряд прошедших лет наблюдений. Для каждого дня, независимо от того, была в этот день лавина или нет, отбираются все метеорологические данные и сведения о состоянии снежного покрова, которые так или иначе могут повлиять на возникновение лавины любого типа - при снегопаде или метели, в результате появления ослабленного слоя, выпадения дождя, снеготаяния и т. п. Это может быть следующий набор показателей: температура воздуха - максимальная, средняя суточная; влажность воздуха - тоже в разных вариантах; интенсивность снегопада; толщина снежного покрова и т. д. Таких показателей могут быть десятки. Все эти сведения вводятся в компьютер; при этом их разделяют по крайней мере на два класса - дни с лавинами и без них. Компьютер проводит статистические тесты, которые известны как дискриминантный анализ, то есть анализ опознавания, с целью выявления тех метеорологических данных и сведений о снежном покрове, которые наилучшим образом различают выделенные классы дней.

Это похоже на опрос свидетелей для составления фоторобота преступника по словесному портрету. Подобно тому, как от качества и количества свидетельских показаний зависит сходство фоторобота с истинным лицом преступника, так и оправдываемость прогноза лавин методом опознавания зависит от количества и качества вводимых исходных данных. В начале разработки прогноза обычно используют максимальное количество данных, но затем определяют информативность каждого метеорологического или снежного показателя, и если роль того или



иного из них в повышении оправдываемости прогноза оказывается незначительной, то его исключают из рассмотрения. В то же время исследователи стараются найти новые, более информативные показатели для выделения класса дней с лавинами.

В память электронно-вычислительной машины вводят также комбинации данных, например, за каждый день и за предшествующие 1, 2, 3 или 4 дня, или в каких-то других сочетаниях. Это помогает выяснить, какие сочетания дают более четкое разделение между днями со сходом лавин и без них, и позволяет увеличить заблаговременность прогноза.

Число классов, на которые разделяются дни, можно увеличить, вводя, например, три класса: дни без лавин, дни с сухими лавинами и дни с мокрыми лавинами. Такое разделение как раз и позволяет прогнозировать лавины, обусловленные своим происхождением взаимодействием снега со свободной водой. Дни с сухими лавинами, в свою очередь, можно разделить на два класса - дни с лавинами во время снегопадов и метелей и дни с прочими сухими лавинами. Последний класс - это в основном дни с лавинами, обусловленными возникновением в снежном покрове ослабленных слоев.

Анализ информативности показателей, или предикторов, используемых для прогноза лавин (метеорологические данные и сведения о снежном покрове), говорит о том, что хорошим предиктором мокрых лавин является максимальная температура воздуха за несколько часов до схода лавины. Для класса дней с лавинами, обусловленными возникновением ослабленной прослойки, хорошим предиктором служит температура воздуха за длительные (вплоть до нескольких недель) сроки.

Статистико-эмпирический прогноз позволяет предвидеть начало лавинной опасности только для исследуемого района, а не для каждой отдельной лавины, то есть это тоже фоновый прогноз времени наступления лавинной опасности.

Прогноз лавин методами опознавания используется Высокогорным геофизическим институтом Госкомгидромета в Приэльбрусье, снеголавинными станциями в горах Средней Азии и лавинной службой производственного объединения "Апатит". В Соединенных Штатах этот метод впервые применил Ричард Армстронг из Института арктических и альпийских исследований Университета штата Колорадо. Метод был проверен в последующие годы и дал хорошие результаты: прогноз оправдался в 80 % случаев. Все-таки фоторобот еще не сам преступник. Однако 80 % - довольно высокий показатель.

Прогноз методом опознавания можно улучшить и сделать его более надежным, вводя новые "улики" - предикторы, которые лучше отражают процесс возникновения лавин. Такими предикторами могут быть скорости протекания как метеорологических процессов, так и преобразований в снежном покрове. Возможно, положительную роль сыграет введение показателей, характеризующих рельеф лавиносборов.

Прогноз лавин существенно отличается, от метеорологического или гидрологического прогноза. Если прогноз града или катастрофического наводнения не оправдался, то этих явлений уже нельзя ожидать. А вот если не сошли запрогнозированные лавины, то это совсем не означает, что они еще не сойдут. Состояние снежного покрова может быть таким близким к критическому, что достаточно просто появления человека в опасной зоне и создания тем самым дополнительной нагрузки, чтобы произошла катастрофа. Не раз бывало, что от громкого крика или выстрела, грохота проезжающей автомашины или рева вертолета, брошенного камня или даже подрезки

лыжами пласта со склонов срывалась лавина, которая, оказывается, висела "на волоске". Не зря говорит альпийская пословица: "Если не повезет, то и от горсти снега погибнешь".

Есть и еще одно существенное отличие. В Альпах швейцарские и французские лавинщики на основе наблюдений в районе Парсенн начиная с 1960 года проверили несколько статистико-эмпирических методов прогноза. Оказалось, что лавиноопасная ситуация развивается за очень короткий промежуток времени - несколько дней или даже часов. Это означает, что лавинный прогноз всегда должен иметь небольшую предельную заблаговременность - несколько часов или дней. На больший срок прогноз этим методом невозможен. Поэтому прогноз за часы до схода лавин следует считать краткосрочным, за сутки - двое - среднесрочным, а заблаговременность больше двух суток - уже долгосрочный прогноз.

Вот таким способом, избежав трудностей определения прочности многоликого снега, опираясь в значительной степени на обычные стандартные данные сети метеорологических станций, при полном отсутствии сколь-нибудь надежных прогнозов погоды в горах лавинщики предсказывают то, что кажется в таких условиях совершенно непредсказуемым - лавины.

Правомерно задать вопрос: а как же все-таки обстоит дело с прогнозом конкретной лавины в определенном лавиносборе? Ответ прост: пока момент схода лавины в определенном месте никто не предсказывает. Это при существующих методах невозможно. Здесь лавинщики находятся в начале пути. Одна из трудностей на этом пути - отсутствие возможности наблюдать за изменениями в снежном покрове прямо в зоне зарождения лавины: приборов для дистанционного наблюдения нет, а правила безопасности категорически запрещают вход в опасную зону (впрочем, никакой нормальный лавинщик и не пойдет туда). Но есть и принципиальные трудности.

Несмотря на уже достаточно многочисленные экспериментальные и теоретические исследования метаморфизм сухого снежного покрова не имеет законченной количественной теории; казалось бы, такой доступный, такой всем знакомый снег тщательно хранит свои тайны. Остаются открытыми даже некоторые качественные вопросы. Например, при метаморфизме, обусловленном температурным градиентом, перенос пара объясняют его диффузией от более теплых зерен к более холодным, где давление пара ниже. Но, возможно, механизм переноса заключается в передвижениях пара из более теплого слоя в более холодный по почти вертикальным каналам имеющимся в снегу в результате случайного распределения пор. А возможно, сочетаются и тот, и другой механизмы. Не исключен и такой вариант переноса пара: вентиляция пористого снега в результате существования у поверхности грунта легкого теплого воздуха, а в верхних слоях снега - холодного и тяжелого. Теплый воздух, насыщенный водяным паром, поднимается вверх, а холодный и бедный паром - опускается вниз. За счет этого и идет перенос вещества из нижних горизонтов и их -разрыхление. Мало кто из исследователей пытался выявить роль ветра в метаморфизме сухого снежного покрова, а также влияние конденсации влаги из воздуха в верхних слоях снега и испарения с его поверхности. Совершенно недостаточно изучена роль слоистости, особенно плотных и ледяных корок в процессе метаморфизма. Последние могут работать как "запирающие клапаны", перекрывающие перенос вещества между слоями.

Уже не раз подчеркивалось, что нет надежных методов для определения прочностных характеристик снега - его сопротивления сдвигу, разрыву и сжатию. Особенно трудно определять их у рыхлого сухого и мокрого снега. Образцы этого снега при приложении к ним нагрузки

частично деформируются и рассыпаются, поэтому результаты опытов характеризуют не реальный снег, а какой-то другой, подвергшийся искусственным изменениям.

Оказалось, что наиболее надежно определяемые характеристики прочности существенно меняются по площади даже в пределах нескольких метров, хотя образцы для их определения отбираются из одного и того же слоя. Наконец, многие определения свидетельствуют о том, что закон о выражении сопротивления сдвигу в виде суммы сил сцепления и внутреннего трения, как это установлено для грунтов, к снегу неприменим.

Остается неразгаданной и еще одна из лавинных загадок: в достаточной мере представляя спусковые механизмы лавин, исследователи практически не наблюдали самого момента рождения естественной лавины. Хорошо известно, что все лавины начинают свое движение или "из точки", то есть в результате нарушения устойчивости очень малого объема снега, или "от линии", то есть в результате нарушения устойчивости значительного по площади и объему пласта снега (рис. 7). В первом случае образуются лавины из рыхлого снега, во втором - из снежных досок.

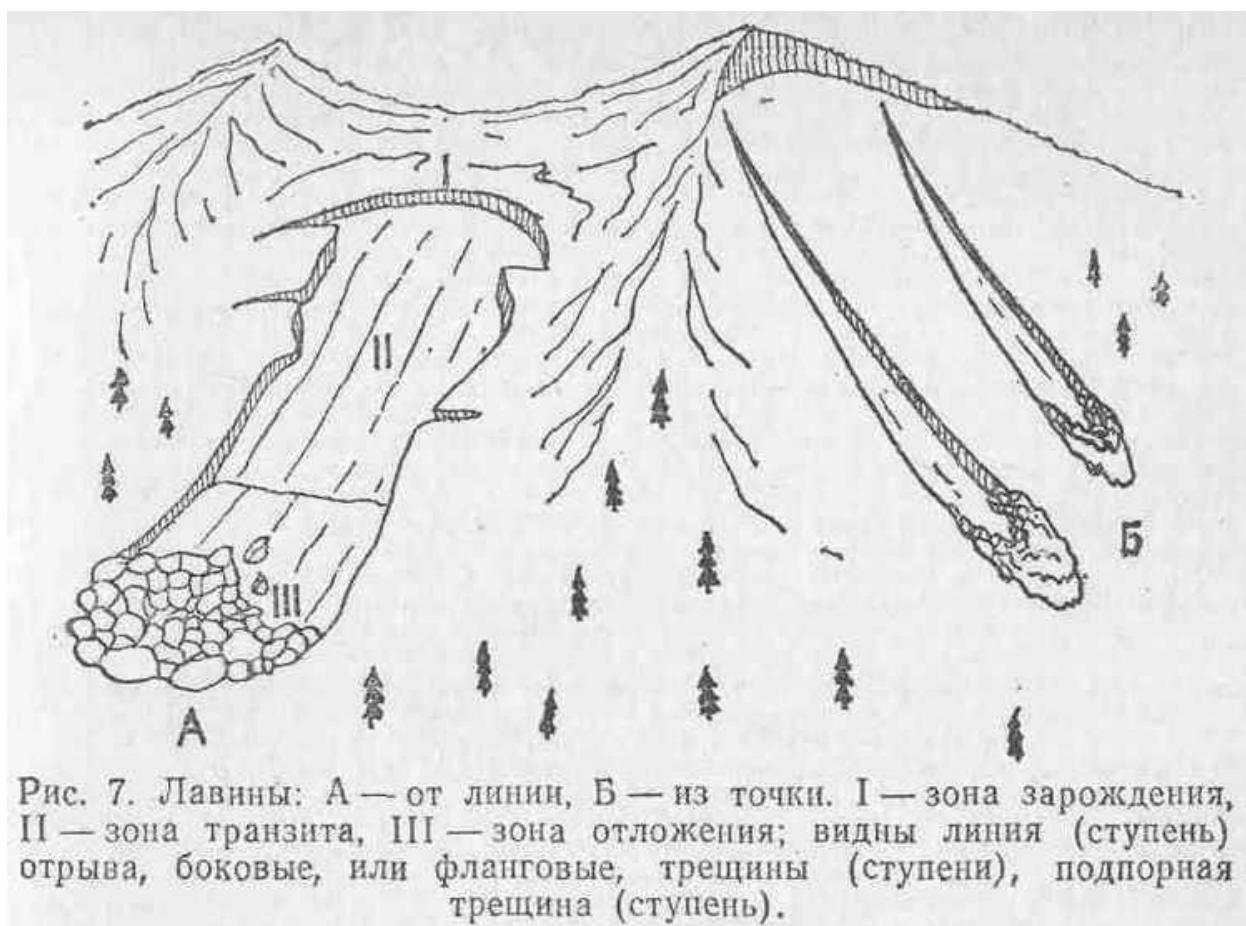


Рис. 7. Лавины: А — от линии, Б — из точки. I — зона зарождения, II — зона транзита, III — зона отложения; видны линия (ступень) отрыва, боковые, или фланговые, трещины (ступени), подпорная трещина (ступень).

Движение лавин из рыхлого снега начинается на поверхности: обычно сдвигается небольшой объем - меньше одного кубического метра. Чем более рыхлый снег, тем меньше, соответственно, связей между кристаллами, тем меньший объем снега начинает движение. В "диком" снеге начало движения возможно даже с единичного снежного зерна, если оно при этом развивает достаточно энергии, чтобы привести в движение два или три соседних, и тем самым дать толчок лавинному процессу. Неустойчивость локальных участков снежного покрова возникает в

результате его неравномерного отложения и по-разному идущих в нем изменений даже на сравнительно небольшом участке. Локальные участки неустойчивости могут возникать при снегопадах, под воздействием нагрева от солнечных лучей, порывов ветра, падения на снег камней и комьев снега. И все же почти никто не наблюдал, как начинается первое движение неустойчивого участка при начале естественной лавины, как происходит сам момент ее рождения.

Лавина из снежной доски, или лавина от линии, начинается с образования трещины и дальнейшего растрескивания снежного покрова. Трещины распространяются с большой скоростью. Чтобы снежная доска сошла в виде лавины, вся она должна быть опоясана трещиной. Верхняя часть такой трещины называется линией, или ступенью, отрыва, она обычно перпендикулярна снежной поверхности. Слева и справа образуются боковые, или фланговые, трещины, или ступени. В нижней части трещина образует подпорную ступень.

Растрескивание снежной доски - только видимый результат других механизмов, которые действуют в момент потери снежной доской устойчивости. Снежная доска, лежащая на склоне, всегда напряжена. В зависимости от формы подстилающей снег поверхности, ее микрорельефа, толщины снежного покрова, контура и толщины подстилающего ослабленного горизонта в доске возникают зоны сжатия и растяжения. Может быть по крайней мере три варианта механизма нарушения устойчивости. При первом снежная доска сначала сдвигается по плоскости ослабленного слоя, а уже потом образуются линия отрыва, подпорная ступень и боковые трещины. При втором варианте - сначала образуется трещина на линии отрыва и лишь затем - сдвиг доски по ослабленному слою. Наконец, при третьем варианте снежная доска проседает на ослабленном горизонте, сминая и разрушая этот слой; в это же время, образуются опоясывающие ее трещины, а потом начинается движение.

Однажды мне случилось видеть момент отрыва снежной доски. Как-то в верховьях реки Майликатан в Западном Тянь-Шане из-за небольшого перегиба склона я рискнул ступить на более крутой его участок, покрытый сероватой, очень плотной, снежной доской, присыпанной местами белоснежными пятнами свежего метелевого снега. Достаточно было сделать один шаг по ее поверхности, как вдруг она явственно стала прогибаться и оседать. Прыжок вверх - к чахлому деревцу арчи, растущему на бровке перегиба, верхушка которого торчала из-под снега. Чуть выше того места, где в метелевом белоснежном наносе четко отпечатался след сапога, в серой снежной доске с шипеньем раскрылась трещина, другие трещины пронзили осевший пласт, и снежные плиты, сначала как бы присев, устремились вниз.

Вот пример другого нарушения устойчивости снежной доски на склоне: "При подходе к месту закладки взрывчатки один из лавинщиков, - пишет А. И. Королев, сотрудник одной из лавинных станций на Тянь-Шане,- подошел к перегибу склона, который в этом месте был совершенно свободен от растительности, и осторожно ступил на склон. Мгновенно поперек склона в обе стороны от ноги с небольшим шумом протянулась трещина длиной до 25 метров. Мягкая снежная доска пришла в движение по всему склону вплоть до тальвега... За считанные мгновения ненарушенная поверхность снега оказалась пронизанной десятками трещин, разбивших цельное поле на множество отдельных плит со сторонами от 0,5 до 0,2 метра. Было четко видно, что трещины распространялись сверху вниз, но не возникали повсеместно одновременно. Сразу после растрескивания приходили в движение сначала верхние, затем последовательно нижние части доски".

Остается пока неизвестным, какой из описанных выше механизмов реализуется чаще и какие условия необходимы, чтобы движение началось с того или иного нарушения неустойчивости.

Можно только предположить, что дополнительная нагрузка в виде тяжести человеческого тела или выпавшего на доску нового снега скорее вызовет просадку; дальнейшее ослабление разрыхленного слоя или проникновение туда воды повлечет за собой сдвиг доски. Опытные лавинщики не раз замечали, что в ясные морозные дни лавины из снежных досок иногда сходят после полудня, когда снежные склоны уходят в тень. В тени нагретая до этого солнцем верхняя толща снега быстро охлаждается, в результате чего в ней возникает дополнительное напряжение и она становится более хрупкой. При таком варианте первоначально может образоваться трещина на линии отрыва. Существует предположение, что снег, находящийся на склоне в условиях длительных меняющихся напряжений, со временем ослабевает - создается нечто типа "усталости" снега, и это одна из причин образования лавин. Сейчас эта идея находит подтверждение в исследованиях, проведенных в Канаде Перла и Макклангом. В этом случае также возможно начало движения с образования ступени отрыва.

Похоже, что момент отрыва лавины в данном конкретном месте - явление в значительной степени случайное, а поэтому его трудно предсказать.

Есть лавины, о которых исследователи продолжают спорить, например, такие лавины, которые сходят на следующий, второй и даже третий день после снегопада или метели. Некоторые лавинщики, правда, уверяют, что таких лавин нет и быть не может! Во всяком случае, именно это подсказывает им опыт работы в конкретном районе. Вопрос о спусковом механизме таких лавин пока остается открытым.

Предполагается, что некоторые лавины обязаны своим происхождением изменениям температуры воздуха. При этом допускаются разные механизмы их отрыва. В одних случаях - это уменьшение прочности снежного покрова в результате повышения его температуры при потеплениях; в других, наоборот, сход лавин объясняют охлаждением снежного покрова при похолоданиях. В результате он становится очень жестким и при значительных напряжениях слои снега гасят эти напряжения не деформациями в объеме пласта, а растрескиванием поверхности и последующим сходом лавины. Наконец, сход лавин при понижении температуры объясняют сжатием пласта снега (как это происходит с большинством материалов). В сжимающемся снежном пласте возникают большие напряжения, приводящие к его разрыву в тех местах, где и без того имеется большое напряжение, обязанное своим появлением существованию составляющей силы тяжести, направленной вдоль склона. Задача прогноза подобных лавин пока во многом остается нерешенной, а сам механизм образования экспериментально не доказан.

И все же есть путь, который, возможно, приведет к раскрытию тайны рождения лавин. Снег, лежащий на склоне, непрерывно деформируется, ползет, оседает, скользит по грунту, при этом зерна трутся друг о друга, ломаются, связи между ними разрушаются, все это не может не вызвать колебаний разной частоты. Значит, снег звучит - он имеет свой голос.

Эксперименты подтвердили, что снег, находящийся в напряженном состоянии, в результате деформации и разрушений связей между кристаллами действительно генерирует звуки высокой частоты порядка первых сотен килогерц. Возрастание эмиссии ультразвуковых колебаний может свидетельствовать о приближении момента нарушения устойчивости. Некоторые эксперименты говорят об усилении "голоса" за 5-14 часов до схода лавины. Надо сказать, что подобный метод - прослушивания неслышимых человеческому уху звуков - уже применяется для предсказания возможного разрушения металлических сооружений - труб, котлов, нефтяных емкостей. Разработанная для этого аппаратура позволяет не только услышать звуки "тревоги", вызываемые

повышенным напряжением, но в отыскать участки, где концентрация напряжений может привести к разрушению металла.

Подвижка значительных снежных масс вызывает колебания другого тона, близкие к сейсмическим порядка нескольких десятков герц. Эксперименты показали, что начало движения лавины из снежной доски регистрируется геофоном, датчиком сейсмических колебаний, в виде резкого сигнала, затем наступает короткий период затишья - около 0,5 секунды, и далее идет постепенное нарастание сигнала. Лавина из рыхлого снега характеризуется только постепенным нарастанием сигнала.

Сама движущаяся, лавина тоже "звучит", но уже на частоте радиосигналов - порядка тысяч и больше килогерц. Это звучание можно улавливать с помощью антенн. Такой "радиослед" позволяет не только регистрировать момент схода лавин, но и методом радиопеленгации определять место ее схода в горах и, наконец, по продолжительности "радиозвучания" лавины рассчитывать потом среднюю скорость ее движения от момента отрыва до момента остановки.

Исследования голоса снега и голоса лавин пока еще сопряжены со множеством сложностей как технического порядка, так и связанных с расшифровкой сигналов, потому что существует, например, сейсмический фон, на котором надо выделить полезный сигнал, существует звуковой фон сложноподвижного снежного покрова. Первые эксперименты с геофонами чуть было не загубили всю идею, так как первоначально выделенные исследователями "лавиновые" всплески колебаний отражали, как затем выяснилось, вовсе не моменты отрыва лавин, а прохождение тяжелых автомашин по ближайшему шоссе.

Если научиться слушать снег и понимать его язык, то можно многое узнать о его тайнах. Но и сейчас, не вникая во все премудрости зарождения лавин, можно сформулировать одно простое правило, полезное всем, кто бывает в горах: остерегайтесь лавин во время и сразу после резкой смены погоды.

## **Лавины в движении**

«Физический мир кажется творением некоего могучего и благого существа, которому пришлось часть своего замысла перепоручить другому, злонамеренному существу...»

Шамфор. Максимумы и мысли

## **Тигр в шкуре ягненка. Прибор, который еще не создан.**

### **Осыпаться, скользить, течь, лететь, прыгать... Воздушная волна? Лавины-карлики и лавины-гиганты**

"Кто однажды видел лавины,- пишет Иоганн Коль, известный исследователь лавин Альп прошлого века,- того охватывает такая жажда исследования, что он готов наблюдать их целый день - лишь бы можно было развести огонь, чтобы согреться". Но увидеть лавину от начала до конца - с момента ее отрыва, движения до остановки - удается очень редко, если только она не вызвана искусственно. Реже всего замечают момент отрыва, потому что, во-первых, это почти мгновенный

процесс, во-вторых, место отрыва обычно находится вне поля зрения наблюдателя. Чаще можно видеть стремительный бег и остановку лавины, так как движение ее тела продолжается секунды и даже десятки секунд. Правда, однажды Г. К. Тушинский наблюдал на правом склоне ущелья, по которому течет река Аманауз, лавину, которая наращивала огромный завал в течение целых суток.

Мешает наблюдать лавины не только их скоротечность, неожиданность, невозможность предугадать момент отрыва, но и плохая видимость во время снегопадов и метелей, когда они сходят особенно часто. Снежная пыль, окутывающая лавину, тоже не позволяет наблюдать, что происходит за этой завесой. Поэтому подавляющая часть инструментальных наблюдений за лавинами относится к искусственно вызванным снежным обвалам.

## Тигр в шкуре ягненка

"Невинный на вид белый снег - это не волк в овечьей шкуре, а тигр в шкуре ягненка",- сказал когда-то австрийский исследователь лавин Матиас Здарский. Таким он становится, когда приходит в движение и рушится со склонов; лавинный снег обладает сокрушающей силой.

Лавины яростно уничтожают лес: только одна лавина в Нижнем Энгадине в Альпах 18 февраля 1962 года снесла 100 гектаров леса с деревьями 120-130-летнего возраста. 20 тысяч кубометров древесины были сметены в одно мгновение! Трудно даже представить себе, какая огромная энергия нужна, чтобы сделать это. В Швейцарии, где скрупулезно учитываются все потери, лавины ежегодно уничтожают 120 гектаров лесных угодий.

Деревянные здания становятся легкой добычей лавин. Мне пришлось наблюдать, как деревянное строение из добротных бревен было разнесено в щепы и разметано по поверхности земли. В Хибинах деревянное строение было отброшено лавиной на стену соседнего каменного здания и расплющено на ней. Каменные и даже бетонные сооружения тоже не выдерживают лобового удара быстро мчащейся лавины и рушатся, как карточные домики, хотя в том случае, когда удар движущегося лавинного снега бывает скользящим или лавина находится в конце пути, каменное здание может уцелеть. При замедленном движении лавинный снег влезает в дом, выдавливая окна и двери, и заполняет помещение. Известный исследователь лавин Кавказа Г.К.Сулаквелидзе рассказывал, что однажды на одном из перевалов лавина блокировала здание метеостанции, прорвавшись в помещение первого этажа через окна и двери и загнав персонал на второй этаж.

Разрушения конструкций, производимые лавиной, иногда бывают странными и неожиданными. Известен случай, когда лавина разрушила железобетонное сооружение так, что обнажился его металлический каркас, а бетон оказался как бы выкрошенным из него. Металлическая ажурная мачта линии электропередачи была вырвана из бетонного основания и скручена, будто чьи-то гигантские руки пытались выжать из нее воду. Бывает, однако, что среди разгрома и развалин целыми остаются довольно хрупкие вещи. Так было в горах Тянь-Шаня, где среди обломков здания, разбитого лавиной, одиноко стояла совершенно целая деревянная табуретка.

Особенно опасны включения в виде камней и обломков деревьев, которые захватывает и несет с собой лавина. Утром 27 января 1968 года в известном еще в средние века своей исключительной лавинной опасностью районе Монтафон в Швейцарии лавина, несшая еловый ствол диаметром 50 сантиметров, ударила им в стену второго этажа здания. Наружная стена, сложенная из кирпича, имела толщину 43 сантиметра. Пробив ее, ствол пересек детскую комнату, протаранил перегородку толщиной 20 сантиметров и, пролетев спальню родителей, пробил вторую наружную

стену. В ней бревно застряло, высунувшись на два метра. Это больше походило на действия бронебойного снаряда, чем на удары бревна.

В Швейцарии лавины ежегодно разрушают до двадцати жилых домов и около сотни скотных дворов и горных хижин.

Лавины легко расправляются с самыми разнообразными транспортными средствами: они валят и отбрасывают на десятки и сотни метров автомашины, тяжелые грузовики и тракторы, вагоны и паровозы, а бывает, и целые поезда. Однажды в горах Молдотау на Тянь-Шане лавина объемом в 1000 кубометров, разрушив буровую вышку, отбросила метров на тридцать трактор, стоявший рядом с ней.

Дорожному полотну лавины обычно не причиняют особых разрушений, но известны случаи уничтожения ими металлических и бетонных мостов. Ущерб, наносимый лавинами дорогам, заключается не столько в разрушении транспортных средств, сколько в перекрытии плотным и толстым слоем снега самой дороги, в результате чего прекращается движение и жизнь на дороге на какой-то срок замирает. Убрать лавинный снег, перекрывший дорогу,- дело нелегкое. Лавинный завал отличается от обычного снега тремя неприятными особенностями: он всегда очень плотен, так как спрессовывается при торможении лавины, и прочен в результате быстрого смерзания; толщина лавинного завала обычно намного больше, чем метелевого сугроба; наконец, лавинный снег содержит камни и обломки деревьев, которые затрудняют работу высокопроизводительных роторных снегоочистителей и даже могут вызвать их аварию. На горной трассе, пересекающей Киргизию с севера на юг, есть несколько лавиноопасных участков. Можно представить себе, сколько они могут создать заторов и какие это принесет убытки, если ежедневно по дороге проходит более двух тысяч машин.

Для человека опасна даже небольшая лавина. Известны случаи, когда обвалы снега объемом всего в несколько десятков кубометров являлись причиной гибели людей. Представьте на минуту, что на вас мчится маленький обвал, всего в 5 кубометров снега. Если плотность этого снега 0,3 тонны на кубометр, а скорость 10 метров в секунду, то это примерно то же самое, как если бы на вас мчалась автомашина со скоростью 30 километров в час. Поэтому лучше уйти с пути даже такой небольшой лавины. Японцы подтвердили это экспериментально. На пути небольшого искусственного снежного обвала они поставили фигуру человека в натуральную величину из пластика и с помощью датчиков измерили давление на поверхность фигуры.

Первые измерения давления лавины были выполнены в Советском Союзе инженерами А.Г.Гоффом и Г.Ф.Оттенем в конце 30-х годов в связи с проектированием противолавинных сооружений для защиты поселков и дорог апатитовых разработок в Хибинах. Методика была простой. Брели обычный буфер от железнодорожного вагона с мощной пружиной. Он градуировался на разные величины давления при соответствующем сжатии пружины; специальный стержень, перемещавшийся вместе с пружиной при сжатии, оставался на месте после ее возвращения в исходное положение, отмечая таким образом величину давления. Установка после прохождения лавины откапывалась из-под снега и по положению стержня, который отмечал величину сжатия пружины, определялось давление.

В 1954-1956 годах подобные же измерители давления были установлены В.С.Читадзе на путях движения лавин вдоль Военно-Грузинской дороги. Приборы показали, что давление лежит в интервале от 5 до 50 тонн на квадратный метр. Довольно простой способ измерений дал



результаты, которые впоследствии были подтверждены за рубежом и в нашей стране при использовании более совершенных методов измерения.

В Швейцарии пользовались тоже очень простым способом измерения величины давления: на пути лавины на естественной опоре (например, скальном выступе) или на искусственном сооружении крепилась алюминиевая пластинка размером чуть больше металлического рубля, к центру которой перпендикулярно был направлен стальной заостренный стержень, закрепленный другим концом на приемной панели, воспринимающей давление лавины. При ударе снега стержень вонзается в пластинку. По величине получившегося углубления рассчитывают давление на основе теории сопротивления материалов.

Сейчас для измерения давления используют тензиометры сопротивления и другие приборы, позволяющие определять не только максимальное давление, но и ход давления во времени. Сами разрушенные сооружения также позволяют рассчитать силу, которая превратила их в обломки.

Вся сумма наблюдений за давлением лавин, которых накопилось уже достаточно много, подтверждает результат, полученный при первых исследованиях: давление лежит в интервале 5-50 тонн на квадратный метр. Самое большое давление определено в Японии, где одна из лавин показала величину давления, превысившую 300 тонн на квадратный метр! Чтобы было понятнее, что означает измеренный диапазон давлений, взгляните, на табличку.

<b>Давление в т/кв.м</b>	<b>Разрушения, которые может вызвать указанное давление</b>
0,2	Вылетают стекла и оконные рамы
0,5	Лавина выламывает двери, валит изгороди, ломает ветки деревьев, срывает легкие крыши
3,0	Лавина разрушает деревянные сооружения, ломает стволы молодых деревьев
10,0	Лавина повреждает легкие каменные сооружения, вырывает с корнем старые деревья
25,0	Лавина разрушает каменные сооружения, валит старый лес на значительной площади
100,0	Лавина разрушает железобетонные сооружения

Наблюдения за разрушениями, произведенными лавинами, доказывают, что они создают давление не только в направлении движения, но также вверх, вниз и в стороны. Величина его в этих направлениях может составлять от четверти до половины давления в направлении движения.

Непрерывные записи давления, полученные при наблюдениях, говорят о значительных колебаниях этой величины в пределах секунды или нескольких секунд. Некоторые исследователи считают, что колебания - это результат удара отдельных глыб, другие же полагают, что они отражают характер взаимодействия снежного потока с препятствием. Действительно, удар лавины в препятствие - процесс сложный, при котором имеют место такие явления, как ударная волна в лавине, колебания в системе лавина - препятствие, сжатие и разрежение лавинного снега, фазовые переходы (таяние - замерзание) в нем.

Давление - один из первых показателей лавин, которые стали измерять, так как это оказалось сделать проще всего. Подобных измерений можно провести много, но задача состоит в том, чтобы уметь рассчитать давление для той лавины, которая еще не сошла. Даже самая простая формула для оценки давления требует знания двух характеристик лавинного тела - его скорости и плотности. Очевидно, что именно эти две величины прежде всего определяют давление. Но чтобы измерить их и другие характеристики лавины, надо создать прибор, который можно было бы назвать лавинометром.

## **Прибор, который еще не создан**

Чтобы изучать лавины, нужен лавинометр - прибор, который еще не создан. Идея лавинометра была выдвинута лет пятнадцать назад сотрудниками Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта, где уже давно существует Лаборатория по борьбе с заносами, лавинами и размывами, возглавляемая крупным специалистом по метелям А.К.Дюниным.

Лавинометр предполагалось сделать в виде трехгранных призм высотой 13 метров, длиной 10 метров и максимальной шириной 1,5 метра. Призмы должны быть установлены на расстоянии 2 метров и своими широкими гранями повернуты друг к другу, а острыми гранями - навстречу лавинному потоку. Двухметровой ширины канал между призмами ориентирован строго в соответствии с направлением движения лавин: именно в нем будет двигаться часть снежного потока, в которой должны производиться все измерения.

Каждая призма лавинометра проектировалась как пустотелая конструкция, обшитая листами металла и укрепленная на прочном фундаменте. Внутри можно размещать измерительную аппаратуру, которая позволяла бы определять распределение по вертикали таких величин, как скорость переднего фронта, плотность, пульсации снежной массы, давление лавины и другие показатели. Записывающую аппаратуру предполагалось поместить в бункере в фундаменте лавинометра, с тем чтобы она автоматически включалась в момент приближения лавины. Лавинометр предполагалось установить в одном из мест схода лавин в Хибинах. Но идея так и не была воплощена в жизнь.

Установка подобного сооружения - сама по себе довольно сложная инженерная задача, но главным препятствием оказалось отсутствие надежных методов и приборов для определения внутренних характеристик движущейся массы снега. Кроме того, лавинометр - это очень дорогое сооружение, стоимость которого возрастает в связи с необходимостью надежного крепления на прочном фундаменте и монтажа в горных условиях, а отдача этого измерительного комплекса будет невелика, ведь лавины сходят нечасто - один, может быть, два раза в год. А если первая же зима будет без лавин?

Вместо сложного лавинометра в Хибинах была установлена металлическая конструкция, по внешнему виду напоминающая модернистский монумент. На этой установке на разных высотах от поверхности грунта закреплены датчики давления, которые позволили определять величину давления снежного потока по вертикали и, опираясь на эти данные, делать качественные выводы о распределении плотности в лавинном теле. Измерения выявили особую роль отдельных плотных снежных комьев и глыб, которые, как оказалось, бьют сильнее, чем окружающий их менее плотный и несвязный лавинный снег. Работать с конструкцией оказалось непросто. После схода очередной лавины нужно было очищать пространство перед прибором от завала, в котором

плотность снега превышала 0,5 грамма на кубический сантиметр. Кроме того, определять давление оказалось возможным только в относительно небольшом диапазоне скоростей, так как лавинное тело приближалось к установке при скоростях от 24 до 32 метров в секунду.

Во Франции лавинщики решили реализовать идею лавинометра из существующих подручных средств, используя те приборы и оборудование, которые уже созданы, правда, для измерений в других средах. Чтобы определять плотность снега в лавине, они заделали в грунт на ее пути источник гамма-излучения, а над ним, выше возможной толщины лавины, подвесили счетчик излучения. И то, и другое - узлы обычного стандартного гамма - плотномера для снежного покрова, который по величине ослабления интенсивности излучения в толще снега позволяет определять его водность и плотность.

Для измерения скорости снежного потока на жесткой прочной основе французские лавинщики установили обычную гидрометрическую вертушку, с помощью которой измеряют скорость течения воды в реках. Можно установить несколько вертушек по вертикали, с тем чтобы узнать, как изменяется скорость снежного потока по глубине лавинного тела. Такие установки были реализованы в двух небольших лавиноборах во Французских Альпах, где зимой выпадает много снега, что позволяет с помощью взрывов спустить на эти сооружения за зиму несколько лавин. Пока опубликованы только первые результаты экспериментов. Трудностей здесь много. Впрочем, есть сомнения в достоверности результатов, получаемых с помощью вертушек, так как снежный поток далеко не всегда ведет себя, как вода.

Пожалуй, наиболее остроумно задачу измерения некоторых характеристик лавин решили (параллельно) советский исследователь А. В. Брюханов и француз М. Кан. Если все предыдущие создатели лавинометров ставили их на пути снежного потока и ждали, пока лавина сойдет сама, или вызывали ее искусственно с помощью взрывов, здесь был предложен совершенно иной путь - сделать лавинометр переносным. И такой лавинометр был создан из ... двух аэрофотокамер.

Две авиационные фотокамеры устанавливались на штативах на определенном расстоянии друг от друга и с помощью специального синхронизатора времени одновременно через равные интервалы делали последовательные снимки движущейся лавины. Для каждого момента получалось два снимка, составляющих: стереопару, которая дает объемное изображение снимаемого объекта. Таким путем получали стереопары для всего пути движения лавины. На специальном стандартном оборудовании для обработки стереопар можно получить много информации о лавине - скорость движения переднего фронта, изменение объема по мере движения, плотность лавинного тела, изменение его формы во времени. Обработку данных можно вести с помощью вычислительной техники.

Микио Седа, один из известных японских лавинщиков, изучал движение лавин с помощью ускоренной киносъемки: число кадров в секунду известно, а на пути движения снежного потока расставлялись знаки-реперы, отмечающие расстояние. Таким способом можно определять скорость переднего фронта лавины и изменение формы лавинного тела в процессе движения. Конечно, фото- и киносъемка при изучении лавин требуют соответствующей погоды с хорошей видимостью и освещенностью. Прекрасные результаты фото- и кино методы дают при съемке мокрых лавин. Эти лавины не пылят и не закрывают пылевым облаком основное лавинное тело. И все же внешнего портрета лавины недостаточно, так как все, что происходит внутри тела лавины, остается загадкой.

Для изучения некоторых характеристик лавин, прежде всего силы удара, в последние годы стали создавать установки, имитирующие лавины. На поляне Азау у подножья Эльбруса сотрудники Института механики Московского государственного университета проложили по склону рельсы, по которым движется обыкновенная тележка. На тележку загружают вырезанный из естественного снежного покрова блок, и она вместе с грузом мчится вниз по рельсам. В нижней части пути тележка налетает на препятствие и резко останавливается, а блок снега, сорвавшись с тележки, несколько мгновений продолжает свободный полет до щита, на котором смонтированы датчики, фиксирующие давление. Меняя место установки тележки на круто наклоненном, как в аттракционе "русские горы", рельсовом пути, можно менять скорость тележки, следовательно, и снежного образца.

В Швейцарии лавина имитируется по-иному. У задней торцовой стены Швейцарского федерального института изучения снега и лавин, который стоит на крутом склоне горы Вайсфлуйох, сооружен металлический лоток длиной 20 и шириной 2,5 метра. В верхней части лотка находится бункер, в который можно загружать до нескольких кубометров снега. В нижней - измерительный щит с датчиками, от которых паутина проводов ведет в здание института, где все данные выводятся на специальный пульт.

На склоне сопки на острове Сахалин сотрудники Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта построили простой деревянный лоток длиной 100 метров, по которому они спускают небольшие искусственные лавины для измерения силы удара.

Но все установки, имитирующие лавину, обладают определенными ограничениями: на них нельзя достигнуть тех скоростей, которые бывают у многих естественных лавин, снежный образец очень часто представлен цельным снежным блоком, в то время как у естественных лавин снег обычно теряет связность, хотя иногда и включает в общую массу отдельные комья и блоки связанного снега, и, наконец, размеры искусственной лавины много меньше размеров реальных лавин, а масштабный эффект может оказаться весьма существенным.

Есть еще одна неопределенность, присущая всем инструментальным методам наблюдений за лавинами: как правило, наблюдают искусственно спущенные лавины. Насколько условия их движения соответствуют условиям движения реальной лавины - никто не знает. Все-таки, если обвал возник в результате искусственного воздействия на снег, то характер поверхности, по которой скользит лавина, и состояние вовлекаемого в движение снега не могут точно соответствовать тому же в естественной лавине, так как ко времени естественного отрыва снежный покров должен приобретать какие-то новые черты.

Если теперь подвести итог всем усилиям определить с помощью тех или иных методов или приборов некоторые основные характеристики лавин - скорость, плотность и давление на препятствие,- то оказывается, что число измерений давления сейчас во всем мире значительно перевалило за сотню; число же измерений скоростей гораздо скромнее - их только десятки, а число измерений плотности вообще ничтожно - буквально единицы!

Заканчивая этот раздел, хочется вернуться к открывающей его фразе: "Чтобы изучать лавины, нужен лавинометр - прибор, который еще не создан".

**Осыпаться, скользить, течь, лететь, прыгать...**

Все, кто когда-нибудь видел лавины, знают, что лавинное тело может осыпаться, скользить, течь, лететь, катиться, прыгать. Осыпается оно точно так же, как сухой песок на крутом берегу реки. Скольжение особенно хорошо видно, когда по склону едут обломки снежных досок. Лавинное тело нередко течет, как вода, или, скорее, как бурный поток воды - с волнами на поверхности и брызгами при ударе о скалы. А пылевое лавинное облако летит над поверхностью, клубясь и расширяясь. Иногда лавина катится - груда округлых комьев диаметром в десятки сантиметров, перекатываясь, летит вниз почти единой массой. На обрыве лавинное тело отрывается от поверхности земли и совершает свободное падение, обрушиваясь на нижележащий участок, как водопад.

Одна и та же лавина с момента отрыва до момента остановки может менять характер своего движения, например, от скольжения снежных досок к течению потока снега или к движению снежнопылевого облака. Но бывает и так, что характер движения сохраняется до конца. По описанию М.И.Анисимова, А.Питкенен, вызвавший обвал в Хибинах неосторожным выходом в опасную зону, благополучно совершил почти километровый путь по склону на обломке снежной доски, как на плоту, двигаясь в тылу основной части лавины.

Характер движения лавины зависит от первоначально вовлеченного и вовлекаемого по пути типа снега, скорости лавинного тела и геометрии подстилающей поверхности. Особенно велика роль скорости, так как она может менять и сам характер снега в лавине.

Скорость лавин меняется в широком диапазоне. Она может быть всего несколько метров в секунду - обычно у небольших лавин на коротких склонах. Нижним пределом скорости для лавин условно принят 1 метр в секунду. Считается, что если снег на склоне движется с меньшей скоростью, то это не лавина, а сползание снежного покрова. Следует подчеркнуть, что речь здесь идет о наибольшей скорости, так как в начальный и конечный моменты движения, естественно, скорость любой лавины незначительна.

Наибольшая скорость, о которой упоминает швейцарский исследователь А.Фельми, отмечена у пылевой лавины. Она достигала 125 метров в секунду, или 450 километров в час,- лишь вдвое меньше скорости современного пассажирского самолета. Неоднократно в литературе о лавинах упоминаются скорости 80, 90 и 100 метров в секунду.

Небольшое число инструментальных измерений скорости движения лавин показали скорости от 10 до 60 метров в секунду. Измерения проводились в Советском Союзе, Соединенных Штатах, Канаде, Франции и Японии, в основном фото- и кино методами. В подавляющем большинстве случаев они относились к небольшим и средним лавинам, которые вызывались искусственно.

Попробуем мысленно спуститься вместе с лавиной по склону, подобно А.Питкенену, и посмотреть, что происходит внутри движущейся массы снега. После образования лавины разбитые на куски обломки снежной доски устремляются вниз по склону со все увеличивающейся скоростью. Этот участок, где лавина возникает и начинает свой бег, называют зоной зарождения. Участок разгона лавины, где она достигает максимальной скорости, называют зоной транзита. Здесь характер движения снега резко меняется: лавина формирует свое тело, обломки снежной доски сталкиваются друг с другом, крошатся; чем выше скорость, тем быстрее идет этот процесс. В зависимости от прочности снежных досок их интенсивное разрушение начинается при скорости порядка 10- 20 метров в секунду. При достаточно большой длине склона даже обломки прочной снежной доски перемалываются в снежную пыль; если же снежная доска была мягкой, то это происходит значительно быстрее. Можно предположить, что А.Питкенен ехал на очень прочной

снежной доске и скорость ее движения была меньше 20 метров в секунду. Быстро мчащиеся снежные доски в зоне транзита заволакиваются снежной пылью. Таким образом, наблюдатель видит только облако пыли, которое полностью закрывает от него основное ядро лавины. О том, что лавина зародилась из снежной доски, можно будет судить потом по линии (ступени) отрыва или по остаткам обломков снежных досок в отложении лавинного снега, если скорость и протяженность склона были недостаточными для их полного уничтожения.

Если же снег был влажный или мокрый, то первоначально оторвавшаяся масса не пылит, а формирует однородное по виду тело, движущееся как единая масса. В зависимости от характера и влажности при сравнительно небольшой скорости снег в процессе движения может сбиваться в комья и округлые глыбы, внутри которых нередко заключены камни, обломки веток и ледяных корок.

Форма лавинного тела зависит от геометрии пути, по которому оно перемещается. Если снег движется по ровному склону и не ограничен никакими берегами, кроме не вовлеченного в движение снежного покрова, то лавинное тело образует серповидный вал, выпуклый в направлении движения с более выположенными боковыми крыльями. Но очень часто лавина проходит по руслу, хорошо выраженному в рельефе. Снег устремляется в русло и формирует вытянутое в направлении движения грушевидное тело с четкой головной частью, которую называют фронтом лавины. От головной части к хвосту поверхность лавины постепенно выполаживается. Хвостовую часть называют шлейфом лавины. Какое тело образует ядро пылевой лавины, никто не видел, а сама пылевая лавина похожа на облако, быстро летящее вдоль поверхности земли.

Высота фронта лавины над поверхностью при прочих равных условиях зависит от формы поперечного сечения русла, поэтому она бывает наименьшей у тех лавин, которые движутся по ровному склону, а в узких каньонообразных руслах глубина в головной части лавины может измеряться десятками метров. При крутых поворотах русла происходит "заплеск" части лавинной массы на берега, а когда на пути встречается обрыв, лавинное тело низвергается с него подобно массе воды, образуя настоящий "лавинопад", издав очень похожий на обычный водопад.

При большой скорости на поверхности лавинного тела возникают волны, время от времени откуда-то из его глубины "всплывают" обломки деревьев и камни. При очень большой скорости поверхность лавинного тела напоминает бурный поток. Иногда лавина выбрасывает из своих недр струи или комья снега, обломки деревьев. В таком лавинном потоке А.Питкенен быстро опустился бы на его дно, как это произошло с М.Отуотером, когда он на лыжах попал в лавину из мягкой доски, которая очень быстро разрушилась. В целом на участке транзита движение лавины очень сходно с движением жидкости, хотя даже в это время не исключено существование в "жидкой" лавине твердых снежных образований. Разумеется, все описанные явления хорошо видны только тогда, когда тело лавины не закрывает снежнопылевое облако.

А что же происходит во время движения на переднем фронте лавины? К сожалению, никаких инструментальных данных о явлениях в этой важной зоне нет, хотя очевидно, что перед фронтом лавины свойства у снега одни, а за фронтом - другие. Когда смотришь на несущуюся по склону лавину и видишь, как естественно и легко только что спокойно лежавший снежный покров включается в ее тело, невольно остается впечатление, что наблюдаешь работу конвейера, который подает снег в лавину, только лента конвейера включается как бы малыми частями. Многие авторы пишут о "захвате" снега лавиной, но представляется, что более верно говорить о присоединении или о включении снега в лавину.

Можно предположить, что впереди лавины в снежном покрове бежит волна разрушения, которая нарушает устойчивость и цельность снега еще до подхода головной части лавины. Поэтому, наблюдая за движением обвала по склону, мы получаем данные о движении фронта разрушения, скорость которого больше, чем скорость собственной лавины.

Спустимся на более пологую часть склона - в зону отложения, где тело лавины начинает замедлять свое движение. Обычно здесь оно выходит из русла на широкий конус, состоящий из минеральных обломочных отложений, вынесенных многими предшествующими лавинами. При торможении на конусе тело лавины может вести себя по-разному, что, по-видимому, связано со свойствами слагающего ее снега. Лавинное тело может частично растечься по поверхности конуса, выбросив вперед несколько плоских языков, которые обычно следуют углублениям микрорельефа поверхности и похожи на застывшую вязкую жидкость. Если тело лавины "твердое", то выйдя на конус, она сохраняет свою форму. Такая лавина тоже может разбиться на языки, но это будут "твердые" языки.

При торможении, после снижения скорости лавинного тела до некоторой предельной величины, начинается "отвердевание" головной части лавины. Вот тогда эта отвердевшая часть работает, как бульдозер: она сгребает снег перед фронтом. С лобовой части лавинного тела отваливаются глыбы, фронт отвердевшей передней части может даже увеличить высоту. При остановке головной части лавинного тела хвостовая часть продолжает движение, наползая на головную пластами.

А.Питкенен двигался на обломке снежной доски в тылу сухой лавины, которая сильно пылила, поэтому он сразу оказался окруженным белой мглой и не видел, что происходит с основным лавинным телом. Обычно пылевая лавина тоже оставляет снежный завал, что говорит о существовании у нее более плотного ядра, которое ведет себя, по-видимому, так же, как и лавина из влажного снега, с той разницей, что часть своей массы оно отдает в пылевое облако. Однако не исключено, что ядро в пылевой лавине при возрастании скорости может исчезать, а при ее уменьшении вновь появляться.

"Путешествие" вместе с лавиной позволило увидеть, что в процессе движения лавинное тело сильно меняет свои свойства: от сыпучей массы рыхлого снега или груды снежных досок к "оживленному" телу развившейся лавины или к пылевому облаку (возможно, с "оживленным" ядром) и затем снова к твердому телу. Короткий склон или недостаточная скорость иногда не позволяют лавине сформировать свое тело, и тогда она остается только сыпучей массой рыхлого снега или грудой обломков снежной доски.

Пылевая лавина до сих пор остается загадкой для исследователей. Ее огромная скорость и связанная с ней разрушительная сила пока не находят полного объяснения. Еще полвека назад исследователи лавин в Швейцарии предполагали, что такая лавина движется подобно плотному газу, с минимальным сопротивлением. В начале 50-х годов швейцарец Рорер специально исследовал пылевые лавины и применил для их описания теорию газовых потоков. По его мнению, при скорости лавинного тела свыше 25 метров в секунду в нем развивается турбулентность, то есть образуются случайные вихри разного размера, которые могут иметь как вертикальную, так и горизонтальную ось. Рорер ставил на пути лавин ряды металлических флажков, которые после прохождения пылевого облака оказывались повернутыми по отношению к основному направлению движения лавинного тела на разные углы, что он считал доказательством существования вихрей.

В пылевой лавине, как и в потоке газа, частицы могут иметь скорость вдвое большую, чем скорость основной массы лавинного снега, то есть достигать 250 метров в секунду. При такой скорости здания будут разрушаться как от взрыва, а при небольшом изменении направления движения в теле лавины будут возникать ударные волны, продолжительность которых, как считает Рорер, менее 0,1 секунды; возможно, именно они и создают тот грохот и рев, который иногда сопровождает падение лавины.

Многоликость лавин, переходы из одних форм движения в другие породили разнообразие теоретических формул для расчета скорости и дальности выброса лавинного тела, а также других важных для проектирования сооружений характеристик. Первая формула для расчета скорости движения лавины была предложена в 30-х годах сотрудниками Тбилисского научно-исследовательского института сооружений. Они рассматривали лавину как твердое тело, которое движется по склону под влиянием силы тяжести, и получили формулы для расчета скорости движения на отдельных участках пути и расчета дальности выброса, то есть расстояния от места отрыва снега до той точки, где скорость лавины падает до нуля. В дальнейшем эту формулу неоднократно преобразовывали, уточняли и развивали многие исследователи. Однако подлинный взрыв теоретических разработок произошел значительно позже - в конце 50 - начале 60-х годов, когда за рубежом и в Советском Союзе появился ряд новых теоретических разработок моделей движения лавины. Исходными были две модели - в одной лавина предполагалась твердым телом, а в другой - жидким. Несколько позднее появилась и аэрозольная модель движения. Однако авторы этих моделей, понимая, что ни та, ни другая схема не отражает реальной картины, вводят в свои расчетные построения такие коэффициенты и параметры, которые в модели твердого тела учитывают некоторые "жидкие" свойства лавины, а в модели жидкого тела - некоторые ее "твердые" свойства, что в конце концов сблизило тот и другой подход к решению этой сложной задачи.

И все же ни одна из существующих моделей не отражает с необходимой для практических целей детальностью и точностью действительную картину движения лавин. Об этом наглядно свидетельствуют сравнения реально наблюдаемой дальности выброса лавинного тела с расчетной по существующим "твердым" и "жидким" моделям. Ошибки столь велики, что использование моделей в целях проектирования возможно только для грубых оценок. Это отнюдь не означает, что неверны исходные предпосылки и плохи формулы. Некоторые модели дают достаточно близкое к реальному качественное описание процесса движения лавины и развития лавинного тела. Но пока нет никаких данных о реально измеренных в движущейся лавине основных коэффициентах и параметрах, входящих в расчетные схемы. Все эти величины устанавливают в основном исходя из соображений "здорового смысла" или по аналогии с движением сходных тел (например, жидкости).

О движущейся лавине известно немного-несколько десятков измерений скорости, несколько определений плотности лавинного тела да факт пульсации скорости фронта лавины. Но на основе этой, пусть сравнительно небольшой, суммы фактов продолжается разработка теории движения лавин. Это важно хотя бы уже потому, что теория помогает сформулировать требования к лавиномеру, разобраться в том, что надо измерять в лавине. Теоретические исследования позволяют более тщательно исследовать качественную картину движения, осмыслить этот сложный природный феномен.

Мы еще многого не знаем о движущейся лавине. Неизвестна величина коэффициентов трения и сопротивления, неизвестен закон их изменения при движении лавины, неизвестно, какие



факторы играют при этом определяющую роль и в каких условиях. Неизвестен также закон изменения массы лавинного тела в процессе движения. Неясно, как меняется плотность по горизонтали и вертикали лавинного тела. Ничего неизвестно об условиях перехода снежного потока из ожиженного в твердое состояние и из твердого в снежнопылевое. Экспериментально установлено, что скорость лавины пульсирует, то есть, регулярно возрастает и уменьшается, но объяснения этому пока нет. Очевидно, что в движущейся лавине непрерывно идут процессы псевдофазовых переходов: твердое вещество (снежный покров) переходит в жидкообразное (лавинное тело), а последнее как бы испаряется, переходя в снежнопылевое облако; никаких количественных данных и сведений о влиянии таких псевдофазовых переходов на движение лавины нет. Наконец, в лавинном теле идут и обычные фазовые переходы, то есть таяние, замерзание талой воды и испарение снега. Количественная сторона этих явлений и их влияние на движение лавины также остаются неизвестными. Но отсутствие прямых измерений многих физических характеристик лавинного тела вовсе не говорит о полном бессилии человека перед белой смертью.

Лавины, как и все другие грозные явления природы, оставляют свой след на лике Земли, формируют своеобразный "лавинный ландшафт", изменяя в первую очередь растительность, рельеф, почвы. Лавинщики уже давно учатся читать эти следы при исследованиях горной местности в летнее время. Особенно много могут рассказать о лавинах растения. Они гибнут под ударами лавин, получают тяжелые повреждения, но продолжают упрямо расти. Выживают только самые стойкие. Они искривлены, изранены, обломаны, но опытному глазу эти раны и увечья рассказывают о многом: о направлении движения лавинного тела, дальности выброса, высоте фронта, типах снега в лавине, датах появления лавины в данном месте в последний раз и многое другое. Такие следы лавинщики называют "немыми свидетелями". Они рассказывают не только о самых последних лавинах, но и позволяют собрать информацию об их деятельности за десятки лет.

Особенности, вносимые в ландшафт гор лавинной деятельностью, хорошо "читаются" на аэрофотоснимках и даже космических снимках. Методика чтения показаний "немых свидетелей" подробно разработана К.В.Акифьевой в Проблемной лаборатории снежных лавин и селей Московского государственного университета. Методы географии используют там, где обычные методы не дают возможности определить важные характеристики лавины: лавинный ландшафт заменяет лавиномер, который так и не создан.

## **Воздушная волна?**

За лавинами из сухого снега, которые сопровождаются возникновением снежнопылевого облака, давно утвердилось дурное имя: многие свидетели утверждают, что их сопровождает страшная разрушительная "воздушная волна", "лавинный ветер" или "лавинный вихрь". Нередко говорят о том, что "воздушная волна" вызывает гораздо большие разрушения, чем сама лавина. К сожалению, объективных данных об этом явлении весьма мало, из описаний свидетелей трудно понять, о чем идет речь - о каком-то четко отделенном от лавины явлении, происходящем в воздушной среде, или о снежнопылевом облаке, являющемся частью лавинного тела. Это никак не связано с добросовестностью или объективностью свидетелей; своей неопределенностью их показания обязаны той реальной обстановке, которая существует при ходе лавины. В таких случаях обычно идут сильные снегопады, наблюдаются метели, но даже в хорошую ясную погоду

достаточно сильная воздушная волна не может не поднять в воздух снег с поверхности земли, не сорвать его с крон деревьев и скал. Все это практически не позволяет отделить "воздушные волны" чистого воздуха от снежнопылевого облака. Отсюда возникают различные недомолвки и неточности в описании действий "воздушной волны".

Вот, например, цитата из описания, сделанного начальником Бернской железной дороги Е.Циммерманом: "Однажды я был свидетелем следующей картины: большой барак задолго до того, как его достигло снежное ядро лавины, развалился на части, словно карточный домик. Балки и доски полетели в воздух и упали на, противоположный склон, снег же самой лавины остановился, не дойдя до дна долины". Если Е.Циммерман говорит о "снежном ядре", то, наверное, он подразумевает нечто, бывшее сверх ядра. Может быть, это было снежное облако?

В.Фляйг, собиратель необычных фактов о лавинных явлениях, описав разгром, который был учинен на станции Даллас в 1954 году, объяснил его действием воздушной волны, которая переместила на 80 метров железнодорожный вагон и бросила 120-тонный электровоз с колеи на здание вокзала. Однако впоследствии А.Фельми использовал этот же эпизод для анализа поведения и скорости пылевой лавины.

Характерно замечание М. И. Анисимова, знатока хибинских лавин: "Если слабая воздушная волна достигает леса, то "стволы деревьев с нагорной стороны покрываются плотным и прочным слоем снежной пыли, который в поперечнике имеет форму треугольника, обращенного вершиной к склону". Само это описание наглядно свидетельствует о том, что речь здесь идет о снежнопылевом потоке, который всегда припечатывает слой снежной пыли к предметам, стоящим на его пути.

Отсутствие достоверных данных породило множество гипотез о причинах образования "воздушной волны", которые можно разделить на три группы.

Часть исследователей представляет "воздушную волну" как поток воздуха, идущий впереди лавины. Появление потока приписывается разным причинам, например, возникновению зоны разрежения в тылу лавины в момент ее образования: туда устремляется воздух, и этот поток при торможении лавины обгоняет ее и мчится перед ее фронтом; действию фронта лавины как поршня, который гонит воздух перед собой; выжиманию из пористого лавинного тела воздуха, когда при торможении снег в лавине уплотняется; выжиманию и выталкиванию воздуха из-под уступа, когда лавина совершает прыжок с него; образованию струйного течения воздуха, вовлекаемого в движение поверхностью лавинного тела и стекающего с его переднего фронта. Так или иначе, "воздушная волна" представляет собой поток воздуха. Есть факты, которые подтверждают, что при прохождении лавины давление воздуха может меняться. При возникновении лавины давление падает иногда на 15 миллибар (среднее давление атмосферы 1013 миллибар), а при ее движении может повышаться на 5 миллибар. Но такие изменения давления не могут вызвать значительных разрушений.

Другая группа исследователей утверждает, что "воздушная волна" - это в действительности ударная волна, то есть она того же типа, что и ударная волна, возникающая при преодолении самолетом звукового барьера. Предполагается, что ударная воздушная волна может образоваться из-за быстрого сжатия воздуха перед фронтом лавины (тот же поршень, только действующий с большой скоростью), соударения лавины с препятствием, в результате чего из нее выжимается воздух; возникновения в лавинном теле колебательных движений, которые порождают ударные волны.

Еще одна группа исследователей считает, что "воздушная волна" - это вихревые образования, возникающие в процессе движения лавинного тела. Это может быть полукольцевой вихрь, опоясывающий тело лавины и отрывающийся от него при торможении, то есть завихрение на границе сильной струи и окружающего невозмущенного воздуха.

Вихрь может породить также стекающий с переднего фронта лавинного тела воздух; этот вихрь с горизонтальной осью при торможении лавины отрывается и уходит далеко вперед.

Все указанные механизмы возникновения "воздушной волны" так или иначе подразумевают участие в создаваемом лавиной движении воздуха снежнопылевой составляющей, так как трудно себе представить, чтобы при такой непосредственной связи многих механизмов с самим лавинным телом в движении не участвовал снег.

Лавинщик, альпинист и горнолыжник Н.Урумбаев впервые попытался исследовать "воздушную волну" инструментальными методами. Следами "воздушной волны" он считал все повреждения и нарушения, которые обнаруживались за пределами отложения лавинного завала. В течение нескольких зим Н.Урумбаев обследовал лавины в районе Приэльбрусья. Всего было изучено 629 лавин. Только у 93 из них, то есть у 15 %, были обнаружены следы "воздушной волны". В подавляющем большинстве это были лавины из сухого снега. Только в четырех случаях следы "воздушной волны" наблюдались у лавин другого типа, но они показали, что это были очень слабые "волны" с небольшой дальностью распространения. По материалам наблюдений в Хибинах также было определено количество лавин, сопровождавшихся "воздушной волной"; там она бывает только у каждой сотой лавины, и все эти лавины из сухого снега.

В зоне следов Н.Урумбаев выявил три зоны разрушений от "воздушной волны". В первой зоне, которая начинается сразу после границы остановившегося тела лавины, "воздушная волна" валит и ломает деревья, а также крупные ветки у сохранившихся стволов, придавая кроне асимметричную форму, с ветвями, вытянутыми в направлении движения волны. В следующей зоне "воздушная волна" ломает и разбрасывает ветки деревьев - она так и называется: "зона разброса веток". В последней, самой удаленной от лавинного тела, зоне "воздушная волна" только сдувает снег с деревьев.

Так же, как и М.И.Анисимов, Н.Урумбаев отмечает, что на стволах деревьев, на выступающих камнях, скалах и стенах сооружений при прохождении "воздушной волны" образуются плотные корки мелкозернистого снега. Постепенный переход от зоны к зоне говорит о последовательном ослаблении "воздушной волны". По следам полома и повреждений деревьев были рассчитаны величины изменения давления "воздушной волны" с удалением от границы лавинного завала. Давление в этом направлении быстро падает, максимальное давление лежит в пределах 0,5-1,0 тонны на квадратный метр. Полное затухание "воздушной волны" происходит на расстоянии, равном 10-20 % дальности выброса лавины. На основе этих наблюдений Н.Урумбаев выдвинул еще одну - теперь уже четвертую - гипотезу, предложив считать, что "воздушная волна" есть не что иное, как оторвавшаяся от начинающего тормозить лавинного тела его снежнопылевая часть. Впоследствии наблюдения за снежнопылевым облаком на специально установленных металлических вышках с датчиками скорости и давления подтвердили эти предварительные выводы.

Из всей суммы наблюдений Н.Урумбаева следует, что в подавляющем большинстве случаев так называемая воздушная волна является оторвавшимся после торможения или остановки основного лавинного тела снежнопылевым облаком, которое, испытывая значительно меньшее

сопротивление, чем основное ядро, движется в направлении, заданном первоначальным импульсом, поддерживаемое продолжающими поступать из лавиносбора порциями набегающих снежнопылевых масс.

Но все же есть документированные факты, которые не укладываются в эту схему,- лавина и здесь проявляет свой многоликий нрав. Ю.Д.Москалев описал случай схода крупной лавины, объемом 160 тысяч кубических метров, на Чаткальском хребте (Тянь-Шань) 7 января 1975 года. Промчавшись 2 километра по склону, лавина ударила в противоположный берег долины, повернула вниз на 90 градусов и вскоре остановилась, а в полутора километрах вниз по долине в поселке в результате воздействия "воздушной волны" открылись двери в домах и из топящихся печей выбросило угли. В.Фляйг описал почти подобный же случай в Швейцарских Альпах, где на расстоянии 1-1,5 километра от места остановки лавины, в селе Штехельсберг, "воздушной волной" выбило множество оконных стекол.

Такие случаи требуют, конечно, иного объяснения, здесь теория снежнопылевого облака не работает.

Внимательное и объективное изучение следов разрушений, оставляемых "воздушной волной", например в Хибинах, на Кавказе и в Альпах, убеждает, что на самом деле действия "воздушной волны" всегда значительно менее разрушительны, чем действия самого лавинного тела. И это естественно, так как разрушительная сила определяется прежде всего плотностью потока при одинаковой скорости. Плотность снежнопылевого облака обычно в 50-100 раз меньше плотности основного ядра лавины и равняется 2-3 килограммам на кубический метр, плотность чистого воздуха еще в 10 раз меньше плотности снежнопылевого облака. А измеренные скорости снежнопылевой составляющей не превышали скорости лавинного тела.

Данных для окончательного выявления природы "воздушной волны" еще недостаточно, вся работа - впереди...

### **Лавины-карлики и лавины-гиганты**

Все начиналось, как в детективе. 25 февраля 1952 года в небольшом австрийском городке в земле Каринтия при уборке снега в сугробе нашли мертвую хозяйку соседнего дома. Обнаруженный труп не имел никаких следов насилия. Смерть наступила в результате перелома основания черепа, но не было заметно никаких следов борьбы, все вещи жертвы были целы, в том числе и ключи от запертого дома, в котором не было следов пребывания убийцы. Вокруг сугроба, внутри которого лежал труп, тоже не было никаких следов. Это-то и помогло найти убийцу, так как отсутствие следов - это тоже следы: убийца мог появиться, следовательно, только сверху. И его нашли именно там - женщину убила лавина, упавшая с крыши.

Чаще всего жертвами лавин с крыши бывают дети, играющие у окон домов, то есть прямо под скатами крыш. Статистику этих случаев подробно изучил В.Фляйг. Сейчас во многих альпийских государствах покрытые черепицей или специальной плиткой крыши имеют специальные ограды, что предотвращает соскальзывание с них снега.

Лавины с крыш - наименьшие по размерам и пути пробега, карлики среди лавин. На склонах гор тоже встречаются небольшие по объему и пути пробега лавинки, которые особенно часты во время снегопадов и в периоды ясных солнечных дней с небольшими морозами в дневное время. Размеры их от десятков до сотен кубических метров, а длина пути - метры и десятки метров,

редко сотни метров. Они обычно сходят и останавливаются высоко на склонах, вдали "от дорог, Сооружений, мест катания на лыжах и потому считаются безопасными, правда только в том смысле, что они не падают прямо на головы людей. Такие лавины начинаются обычно с движения малых объемов снега, как говорят лавинщики - "из точки".

Н.М.Гвинчидзе, один из старейших исследователей лавин Кавказа, наблюдал, как в некоторых лавиносборах во время сильных снегопадов маленькие лавинки сходили чуть ли не ежеминутно.

Но есть среди лавин и гиганты - по объему и дальности пути. Самым крупным как по объему, так и по длине пути был уже упоминавшийся обвал Уаскаран в Перу. На начальном этапе он включал 5-6 миллионов кубических метров снега и льда, а при движении увеличился почти в 10 раз за счет вовлечения в движение глины, песка, камней и воды небольших озер. Поэтому, начавшись как снежная лавина, он затем стал снежно - ледяной лавиной, а свой путь закончил как сель. Это позволяет и лавинщикам, и селевикам считать его "своим". Уаскаранская лавина прошла 16,5 километра - это мировой рекорд дальности выброса. В 1885 году в Итальянских Альпах упала одна из крупнейших лавин - объемом 3,5 миллиона кубических метров.

Каждая горная страна имеет свои предельные и наиболее характерные по объему и дальности выброса лавины, что обусловлено особенностями рельефа и климата.

В горах Кавказа, Тянь-Шаня, Памира, Алтая известны лавины, объемы которых превышали 1,5-2 миллиона кубических метров. Чемпионом по дальности выброса, в нашей стране была лавина объемом около 1 миллиона кубических метров, которая прошла 6,5 километра в долине реки Кзылча в Западном Тянь-Шане.

В Хибинах наблюдали лавины объемом порядка 500 тысяч кубических метров с дальностью выброса около 2 километров.

Самая большая лавина в горах острова Сахалин сошла зимой 1969/70 года с пика Чехова. Ее объем составлял 200 тысяч кубических метров, а путь - не менее 1,6 километра.

Лавины-гиганты имеют ширину и длину лавинного тела, измеряемую сотнями метров. Они образуют огромные завалы, перекрывая долины мощным слоем снега. Реки в таких долинах обычно совершенно скрыты от глаз человека - они текут в снежных тоннелях под многометровой толщей лавинных завалов. Причем лавины перекрывают не только маленькие речки, но и такие, как, например, Терек на Кавказе.

Самый мощный в нашей стране завал лавинного снега был отмечен на Западном Кавказе. Толщина снега в нем достигала 100 метров! Лавина сошла с хребта Бзыке и упала в ущелье реки Белой зимой 1910/11 года. Снег в этом завале таял несколько лет. Завалы, в которых толщина снега достигает 30- 40 метров,- не такое уж редкое явление в горах нашей страны.

Гигантские лавины обычно связаны с очень многоснежными зимами или с такими случаями, когда в результате необычных условий в каком-нибудь крупном лавиносборе накапливается исключительно много снега. Так было, например, с гигантской лавиной из цирка Айкуайвентчорр у города Кировска, когда при необычных для этого района направлениях метелевого ветра в цирке накопилось большое количество снега, что и вызвало огромную лавину, хотя эту зиму можно считать умеренной по общему количеству лавин.

Исключительные по снежности зимы время от времени создают очень тревожную обстановку в горах. На Западном Кавказе такие зимы были в 1910/11, 1931/32, 1962/63, 1975/76 годах. Исключительные по снежности зимы были в Карпатах в 1975/76 году, на Алтае в 1976/77 году. В Джунгарском Алатау на Тянь-Шане и Памиро-Алае одна из самых многоснежных зим была в 1965/66 году. Их можно назвать Зимами Больших Лавин. Например, в Сванетии зимой 1975/76 года зарегистрировано несколько лавин, объем которых превышал миллион кубических метров. Такие лавины обычно начинаются со срыва снега сразу на большой площади или, как говорят лавинщики, "от линии".

Чтобы хорошо ориентироваться во всем разнообразии больших и малых лавин, способах отрыва снега, особенностях движения лавинного тела и чтобы лавинщики при обсуждении особенностей той или иной конкретной лавины могли говорить на одном языке, нужно было создать единую систему описания лавин, или некую классификацию лавин. Надо сказать, что бум классификаций, который наблюдался в лавиноведении еще 5-10 лет назад, сейчас пошел на спад. Однако созданные классификации не были бесполезны - это были определенные этапы исследований.

Некоторые классификации, как, например, классификация Г. К. Тушинского, в которой учитываются формы лавиносборов и тип снега по содержанию свободной воды (сухой, влажный, мокрый), и сейчас часто используются на практике. Но ни одна не давала возможности сравнивать лавины между собой таким образом, чтобы по внешним морфологическим признакам их можно было считать одинаковыми или четко представлять, в чем они различаются между собой.

Для разработки такой стандартной системы описания лавин была создана Международная рабочая группа под председательством директора Швейцарского федерального института изучения снега и лавин профессора М.де Кервена, который много и плодотворно занимался этой проблемой.

После нескольких лет работы система стандартного описания лавин под названием **"Морфологическая классификация лавин"** была завершена (она представлена в таблице)

Зона	Критерий	Варианты (альтернативные характеристики)	
Зона зарождения	А. Тип начала движения	А1. Двинулась из точки (лавина из рыхлого снега)	А2. Двинулась от линии (лавина из снежной доски)  А3. Мягкая  А4. Твердая доска
	В. Положение поверхности скольжения	В1. Внутри снежного покрова  В2. Срыв в новом снеге  В3. Срыв в старом снеге	В4. По грунту
	С. Жидкая вода в снеге	С1. Отсутствует (сухая лавина)	С2. Имеется (мокрая лавина)
Зона транзита	D. Форма пути	D1. Движение на ровном склоне (неканализованная лавина)	D2. Движение в русле (канализованная лавина)
	E. Тип Движения	E1. Облако снежной пыли (пылевая лавина)	E2. Течение вдоль поверхности (текучая лавина)
Зона отложения	F. Поверхностная шероховатость отложений	F1. Крупнокомковатая (крупнокомковатые отложения)  F2. Угловатые блоки  F3. Окатанные комья	F4. Мелкокомковатая (мелкокомковатые отложения)
	G. Жидкая вода в снежных отложениях	G1. Отсутствует (сухие лавинные отложения)	G2. Имеется (мокрые лавинные отложения)
	H. Загрязнение отложений	H1. Нет ясного загрязнения (чистая лавина)	H2. Имеется загрязнение (загрязненная лавина)  H3. Скальные обломки, остатки почвы  H4. Ветки, обломки деревьев

Пример описания лавины: A2B4C1D2E1F4G1H1. Этот набор букв и цифр расшифровывается так: лавина двинулась от линии по грунту, состояла из сухой твердой снежной доски, двигалась в лотке в виде пылевого облака; ее отложения были мелкокомковатыми, сухими, без ясного загрязнения.

Единый язык для описания лавин должен способствовать взаимопониманию, облегчить спасательные работы, так как спасатели получают ясную информацию о лавине, сохранить описания лавин для дальнейшего анализа. Классификация включает и систему кодирования, с помощью которой можно вести очень короткие записи и передавать данные по телеграфу, телетайпу, радио. Для облегчения работы с классификацией создан "Атлас лавин", включающий замечательные фотографии, на которых специалисты разных стран запечатлели все виды лавин и снежной поверхности. Классификация предусматривает описание смешанных типов лавин и включает возможность записи их количественных характеристик.

## **Погребенные лавиной**

«Погребение заживо, несомненно, чудовищнее всех ужасов, какие выпали на долю смертного.»

Эдгар По. Заживо погребенные

«...я еще долгое время боялся гор. При виде следов лавины у меня начинали дрожать ноги, и был период, когда мне стало трудно ходить на лыжах. Я всеми силами старался это скрыть... Бывают дни, когда меня приводит в восторг яркое солнце. Но бывают дни, особенно поздней осенью, когда с переменой погоды все вдруг опять оживает в памяти.»

У. Беллинджер. Как я пережил снежный обвал

## **Говорят свидетели. Можно ли. уцелеть в лавине? Спасательные работы**

Не все люди, захваченные лавинами, погибают. Некоторым удастся спастись благодаря случайности, помощи товарищей или спасателей или благодаря собственной силе воли и выдержке. Их рассказы о борьбе с белой смертью всегда захватывающи, но сквозь призму внутренних переживаний, напряженной борьбы за жизнь видны факты и выявляются закономерности, которые и позволяют выработать рекомендации о поведении человека, попавшего в стремительный снежный поток, и о методах поиска людей, погребенных в лавинных завалах.

## **Говорят свидетели**

Матиас Здарский, консультант по лавинам 10-й австрийской армии, при спасательных работах после лавинной катастрофы 28 февраля 1916 года сам попал в лавину:

«...громко крикнув своим спутникам под скалистой стеной "Лавина! Оставайтесь там!" - я побежал к краю лавинного лога, но не успел сделать и трех прыжков, как что-то закрыло солнце, словно гигантская праща около 60-100 метров в поперечнике; на меня опускалось с западной стены страшное черно-белое пятнистое чудовище. Меня потащило в бездну. Мертвые тела, выброшенные лавиной из засыпанного убежища, оказались рядом со мной в снежной массе, катящейся и прыгающей с уступа на уступ. Мне казалось, что я лишен рук и ног, словно мифическая русалка; наконец я почувствовал сильный удар в поясницу. Снег давил на меня все



сильнее и сильнее, рот был забит льдом, глаза, казалось, выходили из орбит, кровь грозила брызнуть из пор. Было такое ощущение, что из меня вытягивают внутренности, словно лавинный шнур, Только одно желание испытывал я - скорее отправиться в лучший мир. Но лавина замедлила свой бег, давление продолжало увеличиваться, мои ребра трещали, шею свернуло набок, и я уже подумал: "Все кончено!". Но на мою лавину упала вдруг другая и разбила ее на части. С отчетливым: "Черт с тобой!" лавина выплюнула меня.»

У Здарского оказалось 80 переломов, он оправился лишь через 11 лет!

Г. Хек при восхождении на Веттерхорн в Альпах попал под маленькую пылевую лавину:

"Большие лавины щадили нас, и только несколько маленьких прошли над нами. Однако и этого было достаточно, чтобы понять огромную силу большой лавины. Беспомощно вися на веревке и прижимаясь к трещинам, мы едва удерживались от падения, воздушная волна душила нас, тонкая, холодная, как смерть, снежная пыль проникала сквозь одежду, обжигая кожу. Мы едва избежали гибели".

А вот история лесоруба, захваченного большой пылевой лавиной вместе с шестью товарищами. Уцелел он один, остальные погибли и были страшно изуродованы.

"Схваченный вихрем, я был совершенно ослеплен снегом; ничего не видя, с невероятной быстротой я летел по воздуху, словно лист, подхваченный бурей, такой же незащищенный во власти яростной стихии. Впрочем, никакой боли я не чувствовал. Моей единственной заботой было защитить рот и нос от снега, грозившего задушить меня. В конце концов я все же потерял сознание и очнулся уже на краю лавинного конуса, со сломанными от удара о землю ногой и ребрами".

Статистика жертв белой смерти утверждает, что почти половина их гибнет под небольшими лавинами, которые проходят путь не более 200 метров. Вот рассказ человека, захваченного такой лавиной; она прошла путь всего в 200 метров и имела ширину не более 25 метров. "Мую жену, шедшую впереди меня, сорвало с тропинки, и в тот же момент я потерял почву под ногами. Снежная лавина потащила меня вниз по склону ногами вперед, в полусидячем положении. Довольно большой рюкзак, который я нес, оказался у меня на голове. Масса снега, засыпавшая меня тотчас после падения, в первый момент не показалась мне опасной. Я хорошо помню, что вместе с лавиной спустился вниз примерно на 25-30 метров, в том же сидячем положении; снег над моей головой еще долго продолжал двигаться. Рюкзак, оказавшийся у меня на голове, послужил своего рода защитой от снега, и перед моим лицом образовалось свободное пространство, спасшее от удушья и позволявшее поворачивать голову. Мне все еще казалось, что я могу встать и освободиться. И только при попытке пошевелить руками, обнаружив, что не только ноги, но и руки были спеленаты снегом, я понял всю серьезность своего положения... Физически я чувствовал себя совсем неплохо и даже не знал, что у меня перелом левой ноги, холода совершенно, не ощущалось. Хотя меня отрыли, как я позже узнал, с глубины одного метра, все же ко мне проникали слабые лучи света". Его отрыли через 3,5 часа, а его жену нашли на полтора часа раньше всего на глубине четверти метра, умершей от удушья, так как лицо было сильно вдавлено в снег.

М.Отуотер несколько раз попадал в лавину, но большой опыт и незаурядное мужество помогли ему выйти победителем в этой неравной борьбе.

...Ханс был новым и неопытным партнером,- пишет Отуотер.- Он вышел на склон прежде, чем я ушел с него. Нашего общего веса... уже было достаточно, чтобы вызвать начало лавины... Это была лавина из мягкой снежной доски, и, следовательно, весь склон одновременно стал неустойчивым. Я оказался щепкой, плывущей в потоке снега... Когда лавина из мягкой снежной доски уже движется, она дробится на мельчайшие снежные частицы и все ее силы сцепления и способность поддерживать предметы исчезают. Я просто проваливался сквозь нее, пока мои лыжи не коснулись лежащего ниже твердого старого снега... Я погрузился по колено в кипящий снег, затем по пояс, затем по шею... Очень быстро и внезапно меня дважды перекувырнуло вперед, как пару брюк в барабане для чистки одежды. В конце каждого оборота лавина крепко шлепала меня о свое основание... К счастью, оба удара пришлось по мягкой части, а не по более болезненному месту. Боли не ощущалось, была только тряска, вырывавшая у меня мычание при каждом ударе. В этот момент лавина сняла с меня лыжи и тем самым сохранила мне жизнь, отказавшись от рычага, с помощью которого она могла бы скрутить меня... Весь этот путь я проделал под снегом... Вместо сияния солнца и снега, которые никогда не бывают такими яркими, как сразу после снегопада, в лавине была полнейшая тьма - пениящаяся, скручивающая, и в ней со мной как бы боролись миллионы рук. Я начал терять сознание, темнота приходила изнутри. Внезапно я снова оказался на поверхности, в лучах солнца. Выплюнув снежный кляп изо рта и сделав глубокий вдох, я подумал: "Так вот почему у погибших в лавине рот всегда бывает забит снегом!" Вы боретесь, как дьявол, ваш рот широко открыт, чтобы захватить побольше воздуха, а лавина забивает его снегом. Когда меня в следующий раз выбросило на поверхность, я успел сделать два вдоха. И так было несколько раз: наверх, сделать вдох и плыть к берегу - и вниз, под снег, закручиваясь в шар. Казалось, это тянулось долго, и я опять начал терять сознание. Затем я почувствовал, что снежный водопад замедляется и становится более плотным. Инстинктивно или в последнем проблеске сознания я сделал отчаянное усилие и лавина выплнула меня на поверхность, как вишневую косточку.

В другой раз Монтгомери Отуотер стал жертвой собственной оплошности:

«Дик показал место, где обычно находится линия отрыва лавины. Мы вышли на нее и начали прыгать на лыжах, пытаясь вызвать отрыв. Доска была такой плотной, что стальные ленты лыж едва оставляли след. Постепенно мы спускались вниз, притаптывая лыжами, пока не оказались над выступом. Я сказал Дику: "Держу пари, что этот выступ дает лавине липовый якорь". Очень громко и решительно лавина сказала: "Кррр-амп!" Склон осел на несколько сантиметров и растрескался, из трещин брызнули маленькие фонтанчики снежной пыли. Грохот обвала вызывает у охотников за лавинами моментальную реакцию. Мы с Диком попытались ухватиться за деревья. Дик сделал это одним прыжком, а из-под меня лавина выбила лыжи." На мгновение мне удалось прилипнуть к скале, но снег разжал мои пальцы и понес меня, кувыркая, вниз по склону. Я получил резкий удар в голову. Помню, что я потерял самообладание и бил по лавине кулаками. Затем она обернула меня вокруг дерева и запрыгала вниз, а я остался постыдно висеть.»

Не менее захватывающее описание дает А. И. Королев, сотрудник снеголавинной станции на Западном Тянь-Шане. Человек нечаянно вызвал лавину, которая оторвалась выше него и двинулась вниз со скоростью 10 метров в секунду.

Лавинщик находился на крутом склоне лотка. Используя отпущенные ему секунды, он стремился выбраться на пологий водораздел, где масса и скорость движения снега меньше и где удар будет слабее. Лавина застигла его, когда он почти выбрался на линию перегиба склона. Высота фронта лавины была около полуметра. Еще около полуметра составлял слой снега, который сдирала

лавина со склона. Тело лавины полностью состояло из снежной крошки и пыли, в значительной части взвешенной в воздухе. Нельзя сказать, что удар лавины, пришедшийся в грудь человеку, был непреодолимо мощным. Сила удара его близка к силе удара морской волны равной высоты, но скорее напоминала резкий порыв ветра. Человек вполне может выдержать удар такой небольшой лавины и переждать, пока она не обтечет его. Но в данном случае возникло осложнение. Лавина мгновенно "вымыла" из-под ног человека снег нижних пластов, хотя в стороне структура их осталась нетронутой, Лавинщик отчетливо чувствовал, как под ногами терялась площадь опоры и возникала "яма", Потерявшего опору человека лавина сбросила и, подобно горному потоку, понесла вниз. Чтобы не быть в беспомощном положении, лежа на спине, лавинщик, уже плывя в лавине, перевернулся на живот. Движения рук и ног его при этом напоминали движения пловца в воде. Однако лавинный снег несравненно хуже держал тело на поверхности, чем вода. Чтобы удержать лицо на поверхности, лавинщик предпринял попытку делать плавательные движения - действия, рекомендуемые соответствующими инструкциями по спасательным работам в горах. Сделав энергичный гребок руками под себя, лавинщик действительно сумел приподняться над поверхностью. Но когда он взмахнул руками, чтобы сделать второй гребок, голова целиком ушла в снег. Нечем стало дышать. Тогда лавинщик пренебрег рекомендациями инструкции и постарался просто прикрыть лицо руками, чтобы сохранить некоторое пространство возле носа свободным от снега. Усиленно двигая руками и локтями, он довольно успешно сохранял удобное положение - головой вниз по течению. Снежный поток вынес лавинщика из лотка на дно основной долины и остановился. Ноги лавинщика закрывал слой снега толщиной около метра, голова была близка к поверхности. Он хотел встать и отряхнуться от рыхлого пушистого снега, в котором только что беспомощно барахтался. Однако сделать это не удалось. Снег, еще секунду назад бывший податливым и текучим как вода, стал очень твердым и неподатливым. Давления на тело он не оказывал, но в то же время почти невозможно было пошевелить рукой или ногой. С помощью подоспевших людей лавинщик высвободился из снежного плена.

Туристская группа шла на лыжах через Хибинские горы на Кольском полуострове. Предстояло пересечь крутой лавиноопасный склон. Ведущий, Юрий Ш., остановил группу и, как и положено по инструкции, в одиночку начал пересечение опасного склона. Уже почти на выходе к низкорослому лесочку подрезанный лыжной пласт сорвался примерно в 100 метрах выше лыжника, который так и не успел достичь безопасного берега. Юрий сразу утонул в ожившем снегу, лыжи сорвало с ног, он упал, погрузившись в снежную мглу. Поток снега скручивал тело, выворачивал руки и ноги, не было возможности делать какие-нибудь движения, так как сила лавины была намного больше. От проникающей всюду снежной пыли и удушья спасали шарф, закрывавший лицо почти до глаз, и завязанная поверх шарфа ушанка. Спасибо морозной погоде с ветерком по маршруту! Еще задолго до подхода к опасному склону, спасаясь от обмороживания, Юрий закрыл лицо шарфом и сверху завязал ушанку.

Где-то в нижней части склона его зацепило за стволы маленьких березок, росших на небольшом малозаметном выступе, который разделил снежный поток на две части. Снег стек с верхней части туловища, а нижняя оказалась в снежных тисках. Подоспевшие товарищи высвободили его из-под снега. Быстро нашлись и сброшенные лыжи благодаря маленькой туристской хитрости - к креплению лыж был привязан конец мотка тонкой бечевки, а сам моток другим концом крепился к обуви. Сделано это было совсем не ради лавин, а для того, чтобы не лезть, по глубокому снегу за ушедшей вниз по склону лыжей при случайном срабатывании крепления на сброс лыж.

Группа молодых альпинистов возвращалась с прогулки в альплагерь "Красная звезда" в Домбае на Кавказе. Зима была многоснежной. Наступали сумерки. Уже на подходе к лагерю, там, где кончался лес, за шумом голосов, песнями и криками никто не услышал коварного шуршания лавины. Шедшая впереди альпинистка вдруг увидела наползающее на нее белое чудовище, которое сразу охватило все тело, повалило, накрыло с головой. Лавина здесь была на излете, поэтому движение снега быстро прекратилось. И вот она уже лежит под грудой снега, не в состоянии пошевелить ни рукой ни ногой. Очень быстро пришло чувство нехватки кислорода, началось удушье. К счастью, людей было много, ее быстро откопали. Голова гудела, ноги отказывались двигаться.

В эту многоснежную зиму в альплагере произошел трагикомический случай. Некий молодой человек, выйдя утром из спального корпуса, настолько воодушевился прекрасной природой Домбая, что выразил весь огромный прилив чувств громким воплем восторга. Тотчас толстый слой снега, лежавший на крыше дома, рухнул, накрыв жизнерадостного альпиниста с головой. Но, к счастью, такой снег не столь быстро схватывается, как лавинный, и голова у альпиниста оказалась крепкой, так что он довольно быстро сам выбрался из сугроба.

Там же, в Домбае, во время работ по выбору будущих лыжных трасс в лавину попали сотрудники экспедиции Московского государственного университета В.Волошко и Ю.Губанов.

Лавина выскочила из прикрытого туманной мглой Большого кулуара. Они пытались уйти от нее, но не успели. Лавина своим краем догнала их, ударила в спину, повалила на снег и поволокла к обрыву в сторону реки Аманауз. Волошко снежный поток протащил метров тридцать до кустов, где он ухватился за ветви, торчащие из-под снега. Содрав с него рукавицы и шапочку, утащив ледоруб, лавина остановилась. Но вдруг накатилась новая волна снега и накрыла его с головой. Наконец движение лавины прекратилось, но лавинный снег в кустах схватился не сразу, над головой оказалось отверстие, и Волошко, работая руками и телом, выбрался из-под снега. Он привел спасателей, которые только спустя пять часов нашли, и откопали Ю. Губанова. Он находился в состоянии глубокой гипотермии - состоянии переохлаждения, близком к клинической смерти, и врачам пришлось основательно потрудиться, чтобы вернуть его к жизни.

Но пять часов - не предел пребывания в лавинном завале. 18 февраля 1965 года в 9 часов 57 минут на лагерь Ледюк - поселок горняков в горах Канады - обрушилась лавина, которая разрушила южную часть поселка, и в том числе столярную мастерскую, где находился Эйнар Миллила. Он оказался зажатым между листом фанеры сверху и плотным снегом снизу. На фанере сверху лежал слой лавинного снега толщиной 3 метра. Благодаря фанерному листу у Миллилы оказалось некоторое пространство, в котором он мог двигать левой рукой и которое обеспечивало запас воздуха и некоторую вентиляцию. Его искали, но лавина перетащила обломки мастерской на 15 метров в сторону, и на этом месте бульдозер, сняв пласт снега толщиной в полтора метра, выровнял площадку для приема вертолета. Миллила от холода и недостатка кислорода время от времени впадал в забытие, а в минуты возвращения сознания слышал шум моторов и вибрацию при посадках вертолета. На четвертый день бульдозеристы стали слой за слоем снимать лавинный снег и, когда дошли до вертолетной площадки, под отвалившейся глыбой снега увидели Миллилу. Он пролежал под снегом 78 часов, руки и ноги у него были отморожены, но их удалось спасти ценой удаления нескольких пальцев.

В Шведской Лапландии лавина накрыла охотника. Он оказался на глубине одного метра и сумел создать пространство вокруг себя, которое обеспечило приток воздуха. меховая парка помогала выдерживать холод, а запас продуктов не позволил умереть от голода. Правда, плохо было с

ногами - они были прочно замурованы. Нашли его через семь суток. Ноги охотника были отморожены.

Рекорд выживания установил австриец Фрайзеггер, рабочий на строительстве гидроэлектростанции около Хелигенблота, обслуживавший нижнюю станцию канатной дороги. Лавина обрушилась на станцию 21 января 1951 года в 2 часа 30 минут ночи. Это была одна из самых страшных лавинных зим в Альпах. Фрайзеггер оказался в снежном плену в одном нижнем белье, завернутый в одеяло, так как к этому времени он лег спать. Его товарища Линднера лавина отбросила в сторону, и вскоре его крики и стоны затихли. Фрайзеггер мог двигать правой рукой, левая и ноги были зажаты. Он слышал, как над ним ходили спасатели, но его криков они не слышали и ушли, так как повторные лавины завалили станцию таким количеством снега, что спасатели сочли поиск людей невозможным. Фрайзеггер время от времени разгребал снег окоченевшей рукой и однажды наткнулся на щепку. С ее помощью он начал сверлить отверстие вверх, так как по шагам знал, где поверхность. Она оказалась совсем близко, в конце концов щепка пробила снег. Шевелящуюся руку, торчащую из снега, увидели носильщики, которые ходили через завал, доставляя продукты спасателям. Это был тринадцатый день пребывания рабочего в лавинном завале, а всего он пролежал под снегом 300 часов! Отмороженные ноги пришлось ампутировать.

В южном полушарии в далекой Новой Зеландии 14 января 1973 года в 5 часов утра с южного склона горы Кука сошла крупная лавина. Здесь находились два альпиниста - Олле Макэган и Пауль Газлей. Пауль первым заметил белое чудовище и криком предупредил Олле, укрывшись за скалы.

Затем это случилось, - рассказывал потом Пауль...- Я был вдавлен в снег, полностью сковавший мои движения. Я пытался двигаться, но это было невозможно. Я был зажат так, что мой подбородок касался колен, правая рука обхватила голову, а левая была опущена вниз. Необходим был воздух. Я начал клясть себя, обзывал всеми словами, тщетно борясь с ледяной могилой. Каким-то образом - я не помню как - мне удалось освободить левую руку и, царапая снег, сделать маленькое отверстие у лица. Подавшись вперед насколько можно, я смог оказаться в 15 сантиметрах от поверхности. Наконец я мог дышать!.. Я решил, что есть только один путь - развернуться так, чтобы бороться с лавиной двумя руками. Чтобы сделать это, я пытался освободить другую руку... В конце концов, когда освободил, ее пальцы так заоченели, что я не смог ими даже сдвинуть рукав парки, чтобы взглянуть на часы. В тщетной борьбе я стал бить снег локтями, пытаясь освободить колени.., Я не знал, сколько прошло времени...

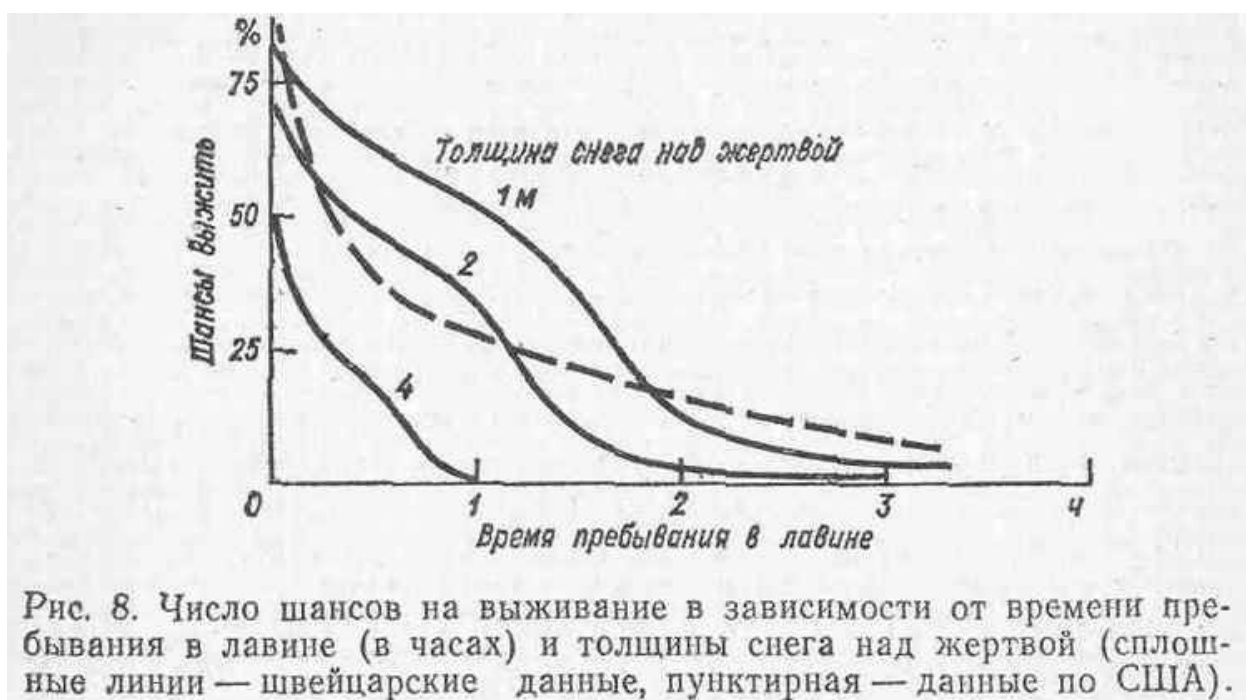
Олле Макэган был частично засыпан лавиной, быстро из нее выбрался и из хижины Гардинера вызвал помощь. В 12 часов 22 минуты прибыли спасатели. Поиски они начали совсем не там, где лежал Пауль, но один из них отошел для переноски оборудования и вдруг услышал призыв о помощи - он был еле слышен. "Что это? Что случилось?" - крикнул спасатель. "Здесь! Я здесь!" - раздался глухой возглас.. "Где вы?" - крикнул спасатель, делая несколько шагов. "Не наступите, я прямо под вами!" - услышал он из-под ног. Спасатель кинулся выламывать твердый снег, зовя на помощь остальных. На глубине 30 сантиметров он отрыл голые побелевшие пальцы, а затем увидел голову. Тело находилось на глубине метра. Спасатели, дружно работая, быстро извлекли Пауля из-под снега. Было 5 часов вечера - он пробыл в лавине 12 часов. Пауль продолжал рассказ:

"Во время очередной попытки освободиться я услышал голос... Я закричал возможно громче и получил быстрый ответ. Снова закричал, но ответа не было. Сердце будто оборвалось. Я закричал из всех сил, ответ пришел справа от меня, а потом прямо сверху. Наконец рука протиснулась через снег, Я плохо помню, как меня вызволили, я пытался встать, но ноги подломились и я упал"... На

этот раз врачи выходили его. Но 23 июля 1975 года он был снова засыпан лавиной здесь же, на горе Кука, вместе с группой лыжников, и снова среди спасателей был Олле. Пауля Газлея откопали, но он умер, когда его спустили вниз.

### Можно ли уцелеть в лавине?

Шансов уцелеть, оказавшись в лавине, довольно много, особенно в тех случаях, когда помощь приходит быстро, а человек захоронен в снегу на сравнительно небольшой глубине, не имеет серьезных ранений и проявляет выдержку в борьбе за жизнь. Статистический анализ несчастных случаев, проведенный в Швейцарии и Соединенных Штатах, утверждает, что в течение часа у человека, находящегося в лавинном завале на глубине до 1 метра, есть 50 шансов из 100 остаться в живых, Наименьшие шансы у того, кто погребен под мощной толщей снега. Так, у находящегося на глубине 4 метров в лавинном завале их не более 10, С течением времени шансы уцелеть быстро падают (рис. 8)



Нередко жертвы лавины получают серьезные ранения головы, брюшной полости, конечностей, переломы позвоночника. Эти травмы возникают от ударов посторонних предметов в лавинном теле (камни, обломки деревьев, жесткие комья и плиты снега) и ударов летящего с лавиной человека о грунт, выступы скал и деревья. Гибель захороненных в лавине может быть вызвана глубоким охлаждением, истощением и шоком, но все же главной причиной смерти остается удушье.

При движении вместе с лавинным телом жертва не может не дышать, особенно когда идет борьба за жизнь. Если дыхательные органы не защищены, то при вдохах снег попадает в ноздри и горло и забивает их, иногда проникая в легкие. Вихревые движения в снежном потоке, создающие зоны разрежения и сжатия, способствуют проникновению снежной пыли глубоко в дыхательные пути, что в конце концов приводит к удушью. Если же дыхательные органы защищены и жертва во время движения лавины не задохнулась, то при остановке лавинного тела уплотняющийся снег сдавливает горло и грудную клетку, вдавливает лицо в снежную массу, что также приводит к нарушению дыхания и удушью. В том случае, когда жертва лавины избегает

этой опасности, но оказывается замурованной в лавинном завале, вступает в действие третий механизм удушья - в уплотненном снежном завале затруднена вентиляция и человек начинает с течением времени испытывать недостаток в кислороде: чем плотнее снег в завале, чем больше в нем влаги, тем быстрее начинает ощущаться недостаток кислорода. Наконец, находясь в снежном плену, человек и сам создает неблагоприятные условия для дыхания, так как в результате выделения тепла человеческим телом при дыхании на стенках снежной камеры вокруг лица образуется тонкая ледяная корочка, которая резко сокращает доступ воздуха к жертве. Через 1-2 минуты после остановки дыхания жертва теряет сознание, а через 8 минут изменения в мозге становятся необратимыми и человек погибает.

Немногие отдают себе отчет в том, что значит оказаться в лавинном завале. Большинство людей привыкли ощущать себя поверх снежного покрова, и отсюда возникло неверное представление о его "податливости" и "легкости". Между тем на глубине всего 1 метра в лавинном завале над телом лежащего ничком человека находится глыба снега, которая может иметь вес от 150 до 300 килограммов и больше. Причем эта глыба спаяна со всей остальной массой снега, и поэтому, чтобы ее поднять, надо преодолеть не только ее вес, но и силы связи со всей, снежной массой по контуру человеческого тела. Это не под силу даже чемпионам тяжелой атлетики, так как счет пойдет уже не на килограммы, а на тонны. Снег в остановившейся лавине быстро схватывается, смерзается, и жертва оказывается в снежной камере, форма которой соответствует форме тела в той позе, которую человек принял при торможении снежного потока. Так как остановившаяся лавина - это твердое тело, а не жидкость, толща над человеком не оказывает давления на жертву, более того, на поверхности завала могут ходить люди, проезжать автомашины и даже садиться вертолеты - человек не будет испытывать никакой дополнительной нагрузки. Смерзшийся снег лишает жертву свободы движений и часто делает совершенно беспомощной.

В тех случаях, когда человек оказывается погребенным в лавинном завале в благоприятных для дыхания условиях, у него намного больше шансов выжить. В таких условиях человек может жить много часов и даже несколько суток; главная опасность здесь не удушье, а холод, истощение и страх.

Анализ случаев выживания людей, захваченных снежным потоком, позволяет сделать некоторые выводы о поведении человека в таких экстремальных условиях. Ясно, что на разных этапах движения лавины тактика действий жертвы должна меняться и необходимо быстро реагировать на смену обстановки, стараясь чувствовать поведение лавины, как хороший шофер, чувствует поведение автомашины, помня, что речь идет о жизни и смерти.

Когда лавина отрывается недалеко от человека и не может еще развить достаточно большую скорость, но уйти от нее уже невозможно, следует закрепиться на месте с помощью ледоруба, лыжной палки, воткнутых глубоко в снег, или любым другим способом, расположиться по отношению к лавинному телу так, чтобы создать наименьшее сопротивление, и попытаться пропустить снег вокруг себя или над собой.

Когда лавина отрывается достаточно высоко над человеком и есть некоторый запас времени, исчисляемый обычно секундами или десятками секунд, то следует попытаться с максимальной возможной скоростью уйти с пути лавины к ближайшему безопасному месту, куда снежный поток заведомо не попадет, и там прочно закрепиться.

Если не повезет и лавина настигнет свою жертву, то во всех случаях главной задачей является стремление уберечь дыхательные органы от снежной пыли. В каждом кубическом метре лавины

может быть от 2 до 300 килограммов снега, который может двигаться с большой скоростью. Поэтому надо использовать шарф, воротник, капюшон, шапочку, рукавицы, наконец, просто ладони для того, чтобы прикрывать нос и рот. При этом надо ориентировать лицо в направлении потока снега. В таких условиях делать плавательные движения и гребки руками, рекомендуемые наставлениями, очень сложно, кроме того, силы самой лавины, как показывают многие случаи, не дают возможности для таких движений.

Важной задачей при движении в лавинном потоке является ориентировка в пространстве. В лавине уже на глубине метра царит мрак, она скручивает и переворачивает человека, поэтому ориентироваться и помнить, где "верх", а где "низ", не так просто. Если позволяет обстановка, необходимо движениями ног и рывками тела пытаться выныривать на поверхность лавины для вдохов и ориентировки.

В момент торможения лавины человек должен сделать все возможное, чтобы приблизиться к поверхности или выбраться на поверхность лавины, пока снег не отвердел, а если это не удастся, то руки необходимо держать у лица, прилагая максимум усилий для отжимания от носа и рта быстро твердеющего снега. После окончательной остановки надо всеми способами разрушать ледяную корочку, образующуюся на стенках снежной камеры в результате дыхания и тепла человеческого тела.

Кричать, находясь в снежной камере, часто совершенно бесполезно. Все спасшиеся из лавин отмечают, что они хорошо слышат, что происходит на поверхности снежного завала - звуки шагов, шум зондов, пробивающих снег, движение транспорта. Но спасатели не слышат криков и звуков, издаваемых жертвами лавин. Так, дольше всех пролежавший под снегом Фрайзеггер и кричал, и пел, слыша шаги людей на поверхности, но для тех завал оставался пустынным и мертвым, а ведь несчастный рабочий находился под снегом на глубине всего в несколько десятков сантиметров. Однажды мокрая лавина погребла барак с рабочим, у которого, к счастью, осталось достаточно много пространства под защитой стен, чтобы выжить, хотя слой снега над ним достигал толщины 6,5 метра. Он, находясь на такой глубине, прекрасно слышал всю гамму звуков на поверхности завала, но его крики и даже выстрелы из револьвера никто не услышал.

На поверхности снега звук, идущий от источника под лавинным завалом, испытывает полное внутреннее отражение, по-видимому, за исключением небольшой конической зоны прямо над источником звука, высота которой равна длине звуковой волны. Но звуки, издаваемые человеком, имеют длину волны, значительно меньшую роста человека, поэтому их может услышать только собака, чьи уши значительно ближе к поверхности снега. Проникновение звука в снег от источника, находящегося в воздухе, также затруднено, поэтому при хорошей слышимости шагов, зондов, автомашин, то есть всего, что движется прямо по снегу, засыпанный лавиной человек не слышит голосов людей. Это коварное свойство снега очень затрудняет работу спасателей.

## **Спасательные работы**

Есть только один самый надежный способ спастись от лавины - это не попадать в нее. Для этого надо достаточно хорошо ориентироваться в обстановке на основе определенного объема знаний о лавинах. Одна из задач этой книги - дать некоторый минимум знаний об этом интересном, но опасном явлении природы. Помимо знаний о лавинах, чтобы не попасть в них, необходимо соблюдать все правила поведения в горах в зимнее время - внимательно прислушиваться к



передаваемым лавинным предупреждениям, присматриваться к выставляемым знакам, предупреждающим о лавинной опасности, соблюдать указания инструкторов и руководителей.

В Швейцарии усилиями Федерального института изучения снега и лавин создан специальный учебный короткометражный фильм, который показывают в туристских и горнолыжных центрах. В этом фильме лыжная группа, совершающая поход в горах, не соблюдает правила безопасности, связанные с лавинами. Такое поведение приводит к тяжелым последствиям, поэтому роль лыжников, попадающих в самую настоящую лавину, исполняют очень правдоподобно выполненные манекены, а роль извлеченных из-под снега трупов - живые актеры. Этот 15-минутный фильм очень наглядно обучает правилам поведения в горах, тактике выбора маршрута, порядку движения на опасных склонах и очень выразительно показывает, к чему приводит нарушение требований безопасности.

Итак, первым наиболее общим способом борьбы в белой смерти является обучение всех приезжающих в горы правилам поведения в сложных горных условиях. В нашей стране пока нет популярного руководства, доступного любому любителю лыж и горного туризма, такого, как небольшая брошюра "А, Б, В лавинной безопасности", которую написал известный американский исследователь лавин Эдвард Лашапель. Инструктаж туристов, альпинистов, горнолыжников обычно проводит представитель администрации или член спасательной группы той базы, куда приезжают любители гор, но большинство "диких" любителей не охвачено таким обучением. А оно может спасти больше жизней, чем любые спасательные работы, так как надо помнить, что 90 % несчастных случаев вызывают сами пострадавшие, выходящие на опасный склон. Все сколь - нибудь значительные лавинные катастрофы в нашей стране, известные автору, связаны с полной "лавиной" неграмотностью участников событий.

Но даже прошедшие предварительное обучение не всегда ведут себя правильно на горных склонах, особенно в неожиданных ситуациях. Даже опытные инструкторы, проводники и альпинисты допускают ошибки. Хорошо известен случай, когда опытный проводник вывел на опасный склон группу не менее опытных горнолыжников. Тогда в числе 14 человек погибли олимпийские чемпионы - американец Бад Вернер и Барбара Хенненбергер из ФРГ. В последние годы жертвами лавин все чаще становятся лыжники, туристы и альпинисты. Например, зимой 1976/77 года в странах Европы - ФРГ, Австрии, Швейцарии, Франции, Италии, Югославии, Румынии, ЧССР, Болгарии, Греции и Норвегии - погибло 162 человека, из которых 83 % были лыжниками. Иногда жертвами становятся и сами лавинщики, когда они пытаются спустить лавину искусственным путем и для этого выходят на опасный склон.

Во всех странах, в том числе и в Советском Союзе, в альплагерях и других местах зимнего отдыха и спорта существуют спасательные группы из опытных инструкторов, альпинистов, горнолыжников и местных жителей, которые специально обучены и имеют необходимое для поиска людей в лавинном завале оборудование и собак. На некоторых крупных предприятиях нашей страны созданы свои группы, которые не только дают предупреждения о лавинах, но и занимаются спасательными работами.

Первая спасательная служба в Европе была организована в Швейцарии еще тысячу лет назад. Это сделали монахи из монастыря, построенного в X веке у перевала Большой Сен-Бернар, через который шел путь из стран Северной Европы в Италию. Монахи давали приют путникам и разыскивали людей, попавших в лавины или заблудившихся во время буранов. Впоследствии для этих целей они стали использовать собак - знаменитых сенбернардов, породу, выведенную, как предполагают, в XIII-XIV веках специально для спасательных работ. Совсем недавно в районе

перевала Сандык в горах Памиро-Алая на Великом шелковом пути найдено изображение собаки, очень похожей на сенбернара. Рисунку на скале не менее полутора тысяч лет. Его сюжет - спасение человека собакой. Предполагается, что на рисунке изображена легендарная собака Аяс, которая помогала разыскивать и спасать путников на перевале и погибла на своем посту. Этот рисунок подтверждает предположение о том, что сенбернары произошли от смешения южных пастушеских собак с догами.

И сейчас Швейцария имеет одну из лучших спасательных служб в мире, где группу спасателей можно вызвать по специальному номеру, телефона, а доставка спасателей и проводников с собаками организуется всеми видами транспорта, в том числе самолетами и вертолетами. Каждый населенный пункт имеет при органах местной власти "лавинную комиссию", при которой работают спасательные патрули. Наиболее известен своей успешной работой спасательный патруль Парсеиндинст в Давосе, имеющий свою базу и питомник для собак прямо в районе лыжных полей Вайсфлуйох.

Спасательные работы требуют быстроты, так как у человека, попавшего в лавину, только в течение первого часа есть 50 шансов из 100 остаться в живых; затем эти шансы быстро падают: уже через 3 часа они не превышают 10. Фактор времени является здесь решающим. Поэтому наибольшие шансы быть спасенными имеют те люди, которые попадают в лавины в районе действия спасательных патрулей и групп. В Швейцарии, стране с прекрасно развитой сетью шоссейных и железных дорог, канатно-кресельных подъемников и фуникулеров, лавинные патрули прибывают к месту катастроф очень быстро. Большую помощь им оказывает добровольная авиаслужба, в распоряжении которой находится 30 легких самолетов, 18 вертолетов и 82 летчика-добровольца, совершающих ежегодно до 750 вылетов. Это позволяет добиваться хороших результатов при спасательных работах. В обычную зиму 1976/77 года в лавины в Швейцарских Альпах попало 98 человек, из них спасли 71 человека, причем 47 почти не пострадало, 17 были легко ранены или обморожены и 7 тяжело ранены; трое из тяжелораненых впоследствии скончались.

По швейцарским и американским данным, в районах деятельности спасательных групп помощь на место инцидента прибывает в среднем через час с четвертью, а пострадавшего извлекают из-под снега в среднем через два с половиной часа. Час с четвертью уходит на то, чтобы найти жертву под снегом и откопать ее. В среднем удается вырвать из лап лавин одного из пяти засыпанных.

В странах, занимающих большие территории, где в удаленных горных районах нет горнолыжных центров, туристских и альпинистских баз, горнодобывающих предприятий, а зачастую и населения, людям, попавшим в лавину, трудно ожидать быстрого прибытия спасательного отряда. Это в первую очередь относится к таким странам, как Советский Союз, Соединенные Штаты, Канада. Поэтому все, кто в зимнее время направляется в малообжитые горные районы - туристы, лыжники, альпинисты, геологи, дорожники и другие лица,- должны сами овладеть навыками проведения спасательных работ и иметь необходимое для этого снаряжение.

Статистические данные по США и Канаде говорят о том, что к отдаленным группам спасатели прибывают в среднем не раньше, чем через 10 часов, а находят жертвы только через 38 часов после катастрофы, то есть из-под снега извлекаются, как правило, трупы.

Поиск человека в лавинном завале -это поиск иголки в стоге сена, даже в том случае, когда свидетели видели, в каком месте жертва была захвачена потоком снега. Траектория движения человеческого тела в лавине неизвестна, поэтому приходится обследовать значительную площадь

завала. Бесценным помощником в таких поисках является собака. Хорошо тренированный лавинный пес может за полчаса обследовать участок завала размером в 100 на 100 метров, то есть один гектар. Для сравнения: ту же самую территорию отряд спасателей из 20 человек обследует за 4 часа утомительной и опасной работы с помощью лавинных зондов - длинных стальных стержней, втыкаемых поисковиками в снег через каждый шаг, то есть 70 сантиметров, с расстоянием между отверстиями 75 сантиметров при глубине зондирования не более 3 метров. При тщательном поиске зонды втыкают с расстояниями между ними не более 25 сантиметров. Надо сказать, что зонды могут нанести травму лавинной жертве, особенно если ими пользуются неопытные люди.

Кроме уже давно и прекрасно зарекомендовавших себя сенбернаров, отличными лавинными псами бывают лабрадоры, овчарки, колли и некоторые другие собаки. Тренированные псы хорошо отыскивают жертвы, находящиеся на глубине 2-3 метров в лавинном завале, а при благоприятных для поиска условиях даже на 5-6-метровой глубине. Мороз, сильный ветер, влажный снег, загрязнение завала ухудшают условия поиска. Собаки быстрее и лучше отыскивают живых людей, чем трупы.

Лавинных псов обучают поиску в специальных школах. В Швейцарии они проходят три класса в течение двух или трех лет, а в Австрии - четыре класса. Сейчас в Европе, в основном в Альпах, работает около 500 дипломированных собак. С 1945 по 1972 год лавинные псы в Швейцарии участвовали в 305 спасательных операциях, они нашли 269 человек, из которых только 45 удалось вернуть к жизни - нигде не уйти от железного закона статистики: спасти удастся только одного из пяти. Здесь нет вины собак: если бы не они, то спасенных было бы гораздо меньше. Дело во времени, которое работает, против жертвы лавины; быстрота прибытия спасателей все еще остается самым слабым местом при поисковых работах.

На собачьем кладбище в Париже сенбернару поставлен памятник, а знаменитый сенбернар Барри до последних дней был пенсионером города Берна - столицы Швейцарии, После смерти его чучело выставлено в городском зоологическом музее.

Сейчас на помощь лавинным псам пришли "электронные псы". В Соединенных Штатах и в Западной Европе всем лицам, бывающим в лавиноопасной зоне, рекомендуется брать с собой транзисторные приемо-передатчики и включать их на передачу при выходе в опасную зону. В Соединенных Штатах в широкой продаже имеется приемо-передатчик "Скэди" фирмы "Лоутроникс", работающий на частоте 2275 килогерц. Эта частота не пересекается с частотами радиовещания, и в то же время электронное устройство для ее генерации имеет простую схему. Хорошо обученные поисковики могут обнаружить жертву с включенным на передачу "Скэди" в течение 10 минут после того, как будет принят первый сигнал. Разработана специальная тактика поиска. Исключительно важно при этом, чтобы все остальные владельцы "Скэди" выключили их или переключили на прием, чтобы не мешать своими сигналами поиску. Сейчас появляются новые приемо-передающие устройства для поиска людей в лавине, с другими частотами. Важно, чтобы спасатели и жертвы имели приемо-передающие устройства на одной частоте, так как разнобой в частотах может привести к трагическим последствиям.

Диапазон идей и приборов для поиска людей в лавинах непрерывно расширяется; некоторые из предлагаемых способов весьма экзотичны. Предлагается, например, осуществлять поиск с помощью магнитометра, но для этого все люди, выходящие в горы, должны иметь вшитый в одежду магнит-датчик. Разрабатывался прибор для поиска в снежном завале "теплых пятен" - предполагаемых мест захоронения жертв. Испытывались газоанализаторы для выявления

повышенных потоков углекислого газа, который выделяется при дыхании. Предлагается разработать прибор, который в прямом смысле может заменить лавинного пса - одомер, определитель запаха человека.

Мне пришлось участвовать в демонстрации эксперимента по обнаружению человека в лавине с помощью специально разработанного для этой цели радиолокатора. Эксперимент проводился на склоне горы Юнгфрау в Швейцарии. Здесь в толще снега на глубине двух метров была отрыта ниша, куда предлагалось лечь всем желающим, а очень сосредоточенный австрийский конструктор прибора располагал свой радиолокатор на поверхности снежного покрова над нишей и получал сигнал о наличии или отсутствии человека. Это была своеобразная игра "в прятки", так как конструктора не ставили в известность, есть ли человек в нише. Эксперимент не увенчался полным успехом, так как прибор почему-то упорно отказывался регистрировать наличие в нише женщины, хотя на мужчин он обычно как-то реагировал. Предположили, что в карманах у женщин намного меньше металлических предметов, чем у мужчин, и поэтому радиолокатор молчит. Но неудача не остановила конструктора, он продолжает работу по совершенствованию прибора.

Несколько лет назад в Швейцарии были проведены соревнования по поиску людей в лавине между лавинными псами и всеми современными электронными и другими способами обнаружения жертв, включая приемо-передатчики. Собаки оказались на высоте, они побили все технические новинки. В этой технической гонке есть одно непонятное обстоятельство - конструкторы не используют в своих разработках те сведения, которые сообщают люди, спасшиеся из лавинных завалов: они единодушно утверждают, что хорошо слышат все звуки, которые возникают на поверхности снежного завала. Отчетливо слышны звуки погружаемого в снег зонда. А это значит, что можно решить и обратную задачу: погрузив в снег специальный звукоулавливатель, услышать жертву лавины.

Извлечение жертвы из лавинного завала - часто только начало борьбы за жизнь человека. Обычно у жертвы наблюдаются признаки удушья, дыхательные пути нередко забиты снегом. Существует специальное оборудование для удаления снега из дыхательных путей. После его удаления всеми способами пытаются восстановить дыхание.

При ранении требуется оказание немедленной первой помощи, а затем доставка в госпиталь и вмешательство врача. Жертвы лавин имеют и очень специфические поражения - это обморожение конечностей и глубокое охлаждение всего тела - гипотермия, при которой могут даже отсутствовать все признаки жизни. В Альпах два врача засвидетельствовали смерть жертвы лавины в результате глубокого охлаждения, однако по настоянию проводника лавинного пса, который считал, что его собака может быстро отыскать только живого человека, последний был отправлен в госпиталь, где его возвратили к жизни, правда, прожил он недолго, всего 15 часов.

Швейцарский солдат, извлеченный из-под полутораметровой толщи снега спустя 8 часов после лавинной катастрофы, находился в состоянии глубокой гипотермии, которое характеризовалось температурой тела всего 30°C, давлением 65 на 80, пульсом 44 удара в минуту, исключительно замедленным и поверхностным дыханием. Его удалось вернуть к жизни.

Для оказания первой помощи пострадавшим необходимы специальные инструменты и лекарства и, естественно, лица, умеющие их применять, поэтому в спасательной группе желательно иметь врача. Группа должна также иметь план эвакуации пострадавших до ближайшего медицинского пункта. Все спасатели обязаны знать элементарные приемы оказания первой помощи.

Организация спасательных работ - очень ответственное дело, так как в процессе этих работ руководители должны принимать решения, связанные с жизнью людей. Очень часто спасательные работы начинаются и ведутся в сложной обстановке, когда еще возможен сход лавин на участке проведения работ. В таких условиях руководители должны решать проблему - рисковать ли жизнью самих спасателей или прекратить спасательные работы, перенести их на более безопасный период.

Классическим примером "проблемы выбора" является известное "дело Буртеля Гросса" - дорожного рабочего в Швейцарии. При очистке шоссе от снега утром 19 января 1951 года Гросс был погребен под лавиной. Сообщение об этом поступило в Цернец от его жены, так как он не пришел к обеду. Группа спасателей с лавинным псом ушла на его поиски. Нашли Гросса быстро, но как только извлекли из-под снега и стали приводить в чувство - новая лавина обрушилась на спасателей и жертву. Теперь в завале оказалось шесть человек. Вечером прибыла новая группа спасателей из Цернеца и Цуоца, но на них упала третья лавина и погиб еще один человек. К 4 часам утра 20 января работы прекратились, так как обстановка осталась опасной, а люди были измотаны до предела. Поиски одного человека уже привели к гибели шестерых. Но цепь жертв на этом не окончилась. Один из погибших - руководитель спасательной службы Цуоца - должен был определить время и направление обстрела лавиноопасных склонов вокруг городка. Без него офицер не решался вести обстрел склонов. Наконец массы снега достигли такой величины, что офицер с благословения муниципальных властей решился стрелять, но для собственной безопасности изменил позицию. В 16 часов 20 января прозвучал запоздалый роковой выстрел. Лавина, вызванная им, смела "безопасную", как предполагал офицер, позицию. Его нашли под снегом с помощью зондов. Один из солдат сумел поднять голову из-под снега, а второй каким-то чудом оказался в хлеву на спине у коровы. Другая лавина, сошедшая при выстреле, смела часть городка. Многих удалось спасти, но неудачные поиски Гросса в целом стоили жизни дюжине людей. Обвинить участников этих событий в поспешных действиях или ошибках легко, но пускай читатель попробует подумать, как бы он поступил в подобной обстановке. Ясно одно: при спасательных работах успех определяют опыт и знания спасателей и вовремя и правильно принимаемые руководителем решения.

## **Защита от лавин**

«Основное занятие ученого состоит в том, чтобы найти, как сделать вещь, а дело инженера - создать ее. В практическом смысле ответственность инженера гораздо больше, чем ученого. Он не может в такой же степени, как ученый, позволить себе полагаться на абстрактную теорию, он должен основываться на традициях опыта прошлого так же, как проверить новые идеи.»

Дж. Бернал. Наука в истории общества

## **Границы и запретные зоны. Предупреждение и прогнозы. Искусственное регулирование лавин. Противолавинные сооружения. Защитная роль леса**

Издавна столкнувшись с грозной стихией гор, человек сначала искал с ней примирения, считая, что лавины - это бич божий. Поэтому, чтобы остановить их, надо обращаться к богу, к его защите и помощи. В альпийских долинах на пасху горцы закапывали в снег на пути лавин освященные пасхальные яйца. Считалось, что это один из лучших способов защиты от белой смерти.

Не менее правдоподобной в те времена была гипотеза о дьявольском происхождении лавин, которые являются оружием в руках колдунов и ведьм. Находились даже люди, которые видели ведьм, скачущих верхом на лавине, а не на метле. Оставалось только выявить ведьму и отправить ее на костер, что и делали время от времени в средние века в некоторых долинах Альп.

Но и тогда были трезво мыслящие люди, которые понимали, что от лавин надо защищаться, используя человеческий ум и руки. Безымянные средневековые лавинщики сотни лет назад начали борьбу с белой смертью и вели ее не без успеха. Нынешние лавинщики продолжают это дело.

## **Границы и запретные зоны**

Лавинные пути, места остановок даже самых редких лавин, места потенциальной лавинной опасности, которая может возникнуть при изменении природной обстановки,- вот что необходимо знать, чтобы защищаться от лавин и избегать их. Проще говоря, на местности и на карте надо провести границу, которая отделяла бы лавиноопасную территорию от той, на которой лавин не бывает. Тогда свободную от лавин территорию можно использовать для любых целей, не опасаясь никаких катастрофических последствий.

Строительные нормы и правила, то есть тот юридический документ, который регламентирует все виды строительства в нашей стране, прямо запрещает возведение многих сооружений в лавиноопасной зоне, а те объекты, строительство которых иногда разрешается, должны быть соответствующим образом защищены. Таким образом, уже из этих норм и правил вытекает необходимость выявления границ лавиноопасных зон.

Лавинщики разных стран вкладывают неодинаковое содержание в понятие "лавиноопасная зона". В Советском Союзе под ней понимается территория, на которой возможно воздействие на человека или хозяйственный объект самой лавины или ее "воздушной волны", независимо от того, как часто они здесь возникают. Задача определения такой зоны очень сложна, и над ней давно бьются лучшие "лавинные умы".

Начинают работы обычно с оценок по расчетным формулам, помня при этом, что всякая формула с набором неопределенных коэффициентов есть мельница, в которую что насыплешь, то и получишь. Поэтому в формулы "сыпят" такие коэффициенты, которые заведомо расширяют опасную зону: с лавинами шутки плохи, пускай опасная зона будет пошире! Подход этот не имеет ничего общего с перестраховкой, он отражает отсутствие точной информации о свойствах лавинного тела, что и заставляет вводить в расчетные формулы данные с большим запасом прочности.

На следующем этапе лавинщики опрашивают "немых свидетелей" - изучают места выката лавин, следы их воздействия на рельеф и растительность, выясняют изменения, произошедшие в ландшафте. Очень далекие выбросы лавин из одного и того же лавиносбора происходят не так часто, поэтому время уничтожает "немых свидетелей" - на месте когда-то сметенного лавиной леса вырастает новый, раны на деревьях затягиваются, а обломки быстро гниют. Только опытный, тренированный глаз может обнаружить следы когда-то сошедших лавин. Дополнительные ценные сведения можно получить у местных жителей и путем аэрофотосъемки местности.

На заключительном этапе в районе будущего строительства организуется снеголавинная станция, которая ведет прямые наблюдения за лавинами, снежным покровом и погодой в соответствии с

единым "Руководством", разработанным Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. В круг обязанностей сотрудников станции, помимо наблюдений, входят и защитные функции, о которых будет рассказано ниже.

Лавиноопасная зона не имеет окончательных границ, которые можно определить раз и навсегда. Со временем любые ранее определенные границы требуют пересмотра. Связано такое обстоятельство с тем, что объем сведений все время возрастает в результате наблюдений, а также с тем, что в горах быстро меняется окружающая обстановка. Изменения происходят весьма быстро, и они очень существенны: горный обвал, оползень, сильный паводок, сель, лесной пожар, землетрясение - все это существенно влияет на характер лавин, меняет дальность и направление их выброса, создает новые участки возникновения лавин.

Сама лавина тоже меняет условия, особенно в той зоне, куда она выкатывается. Представим себе, что из какого-то лавиносбора давно, лет тридцать, не сходила большая лавина. За это время там, где она появлялась в последний раз, вырос лес. И вот наступила благоприятная для образования лавин погода. Как в пасьянсе, сошлись все небесные карты, и в долину с громом понеслась лавина. Она смела вновь выросший лес и успокоилась. Но природа коварна, годы с одинаковыми отклонениями погоды часто образуют группы, поэтому следующая зима тоже оказалась многоснежной, и в долину опять покатила большая лавина. Теперь она, несомненно, пройдет гораздо больший путь и уничтожит более старый лес, так как ей уже не придется растрчивать свою энергию на уничтожение леса тридцатилетней давности.

Человек своей деятельностью в горах тоже влияет на жизнь лавин -он сводит лес, подрезает склоны дорогами, в штольнях, пробитых в склонах для добычи руды, производит взрывы. Это все так или иначе сказывается на режиме лавин и требует пересмотра границ лавиноопасных зон.

В Хибинах, где наблюдения за лавинами ведутся уже почти полвека, границы опасных зон несколько раз пересматривались, и не только из-за возросшего объема сведений, но и в связи с активной деятельностью человека.

В таких альпийских странах, как Швейцария и Австрия, подход к определению границ лавиноопасных зон иной, чем в нашей стране, и связано это, в частности, с принадлежностью земель отдельным лицам, которые всеми способами стремятся уменьшить размеры лавиноопасной зоны, где строительство запрещено или ограничено. Причина здесь в стоимости земли и сооружений на ней: если участок подвергается воздействию лавин, то стоимость его падает и возникают трудности со страхованием имущества, продажей и арендой земли. В результате власти в альпийских странах стараются найти некоторую "золотую середину" при решении возникающих проблем.

Несмотря на нажим собственников земли, в альпийских странах, где лавинные катастрофы принимают иногда размер национального бедствия, имеется законодательство, запрещающее или ограничивающее строительство на лавиноопасных территориях и требующее проведения их лавинного зонирования. Примером такого законодательства может служить швейцарский кантон Нидвальден, где существует специальное "Положение о планах лавинного зонирования", которым местным властям вменяется в обязанность совместно с сельскохозяйственной и лесной комиссиями составлять карты-планы лавиноопасных территорий, а там, где таких планов нет, - строительство запрещать или ограничивать. Карта деления территории по степени лавинной опасности, или карта зонирования территории, является тем документом, на основе которого запрещается или разрешается строительство. Готовый план перед вступлением в силу

выставляется для всеобщего обозрения и возражений в местном муниципалитете на 30 дней и может быть затем опротестован в течение 20 дней в кантональном суде, решение которого является окончательным. Для составления плана и в суд приглашаются специалисты - лавинщики в качестве консультантов. Вот так причудливо взаимодействуют наука и закон в условиях частной собственности на землю.

Самое важное в этой системе-научное обоснование зонирования лавиноопасной территории. Уже сама формулировка подразумевает, что на лавиноопасной территории возможно выделение каких-то дополнительных зон с разной степенью опасности и риска. В результате анализа и длительного обсуждения в Швейцарии выработана так называемая трехзонная, или трехцветная, система зонирования опасной территории. Швейцарские лавинщики выделяют зону большой опасности, которую на картах обозначают красным цветом, зону потенциальной опасности, которую обозначают голубым цветом, и белую - безопасную зону. Критерием для выделения зон является величина давления лавины на сооружения и среднее время между сходами лавин. К красной зоне относятся все участки, где лавины появляются со средним интервалом в 30 лет и меньше независимо от величины давления на сооружения, а также те участки, где лавины появляются с очень большими перерывами - до 300 лет, но их давление на сооружения превышает 3 тонны на квадратный метр.

К голубой зоне относятся те участки, где лавины появляются с промежутком от 30 до 300 лет, а их давление всегда меньше 3 тонн на квадратный метр. К белой зоне относится вся остальная территория, в том числе и та, которая может оказаться под воздействием "воздушной волны" с давлением не более 0,1 тонны на квадратный метр.

В красной зоне разрешается строительство только бункеров для хранения инструмента. В голубой - разрешается строить частные жилые дома, усиленные в расчете на возможную величину давления лавины. Объясняется это правом каждого на риск. Школы, госпитали, пансионаты и тому подобные сооружения строить в этой зоне запрещено. Местные власти в случае опасности обязаны обеспечить закрытие голубой зоны, эвакуацию людей из нее, а при катастрофе - проведение спасательных работ.

В этой довольно стройной системе остается неясной методика проведения границы между красной и голубой зонами на местности - знаний о лавинах еще недостаточно для ее уверенного определения без большой ошибки, а ведь это граница между жизнью и смертью. Подобная же система используется и в Австрии, только цвета там выбраны другие.

Всякого рода границы, проведенные в узкой горной долине, нередко бывают весьма условными. Строители, например, часто требуют от лавинщиков проведения границ лавиноопасных зон разной обеспеченности. Это означает, что в неширокой долине надо показать, куда лавина доходит раз в 100, 50 или 25 лет. Не говоря уже о том, что нет надежных методов для расчета таких границ, разница между их положением на местности будет измеряться во многих случаях десятками метров, а это может оказаться намного меньше самих строящихся объектов, которые одним концом окажутся в зоне, где лавины сходят раз в 100 лет, а другим - там, где они бывают раз в 25 лет.

В Соединенных Штатах большинство лавиноопасных районов находится на землях, принадлежащих центральному правительству, то есть на так называемых федеральных землях. Департаменты сельского хозяйства и внутренних дел - владельцы земли разрешают ее использование концессионерами и арендаторами до тех пор, пока власти удовлетворены



условиями защиты от лавин. Но федеральное правительство не имеет органов, регулирующих вопросы защиты от лавин на землях принадлежащих частным лицам. Этим занимаются власти отдельных штатов, которым передано право в интересах общественности осуществлять контроль над частной собственностью, если возникает конфликт между собственником и общественными интересами. Понятно, что в каждом конкретном случае это может решаться самыми разными и неожиданными путями. Не зря знаток американских лавин М. Отуотер писал, что "владелец горнолыжной базы с недоверием относится к любым упоминаниям о лавинной опасности: конечно же, лавина сойдет не на его участке", и еще: "консультанта по лавинам обычно приглашают после катастрофы, хотя он, вероятно, предотвратил бы ее, если бы его позвали раньше".

Разумеется, в горах, где не так уж много удобных мест для строительства, иногда приходится ставить сооружение в заведомо лавиноопасных местах. В другом случае этого требуют обстоятельства, связанные с природными факторами, например, выход рудного тела именно в опасной зоне. Не исключается вариант, когда при прокладке дороги лавиноопасный участок просто невозможно обойти. Во всех таких случаях для защиты людей и объектов от лавин принимаются специальные меры.

## **Предупреждение и прогнозы**

Вовремя выданный прогноз лавинной опасности, который доведен до сведения всех местных жителей и временных посетителей, приносит несравненно больше пользы, чем любые спасательные работы. Он не может оградить сооружение, но обеспечивает эвакуацию в безопасное место людей и той части имущества, которую можно вывезти с лавиноопасного участка.

Возьмем национальную лавинную катастрофу в Швейцарии в январе 1951 года. В то время швейцарская служба прогнозов оповещала в основном только горнолыжные центры. В тот месяц сошла 1301 лавина, каждая из них причинила тот или иной ущерб, было засыпано 234 человека, из которых 98 погибло. Но благодаря своевременному предупреждению ни один лыжник не пострадал. Жертвами лавин в основном оказались местные жители, которые не были оповещены. Это послужило уроком, и с тех пор о лавинной опасности стали оповещать не только лыжников, но и все население страны.

В Советском Союзе первая постоянная служба лавинного прогноза начала действовать в Хибинах для обслуживания комбината "Апатит". Первые прогнозы на научной основе служба начала выдавать зимой 1936/37 года, называли их тогда "обвальными предупреждениями", Эффективность этой службы не вызывает сомнения. Достаточно сказать, что таких катастроф, как зимой 1935/36 года, с тех пор больше не было, хотя за почти полувековой период случалось немало суровых снежных зим. При возникновении опасной лавинной ситуации на комбинате "Апатит" прекращают работы в опасных зонах, закрывают дороги, эвакуируют и укрывают людей и технику. Улучшение со временем методики прогноза и слепопрогнозных мероприятий привело к сокращению неоправданных простоев, что выражается в прямом экономическом эффекте, исчисляемом в миллионах рублей.

В начале 50-х годов некоторые горные предприятия на Тянь-Шане, где условия лавинообразования более сложны и разнообразны, чем в Хибинах, по примеру комбината "Апатит" начали организовывать снеголавинные станции с целью изучения условий образования лавин, разработки методов прогноза и защиты от них. Однако у работников станций не было

достаточного опыта, единого методического руководства, и поэтому в целом их деятельность оказалась недостаточно эффективной. Создание таких ведомственных станций было вынужденной мерой, связанной с отсутствием единого руководства лавинными исследованиями в стране. В 1960 году все снеголавинные станции были переданы Гидрометеорологической службе СССР, и начиная с этого времени идет бурное развитие методов прогноза лавин в системе научных учреждений Гидрометслужбы. В Среднеазиатском региональном научно-исследовательском институте в Ташкенте, Высокогорном геофизическом институте в Нальчике, Закавказском научно-исследовательском институте в Тбилиси были созданы отделы и лаборатории, занимающиеся разработкой прогнозов лавин и другой лавинной тематикой. При многих республиканских и территориальных управлениях Госкомгидромета созданы экспедиции, партии и группы, обеспечивающие оперативное прогнозирование, лавинной опасности и другие формы борьбы с лавинами на обслуживаемой ими территории.

Информация, необходимая для подготовки прогноза лавиноопасной ситуации, поступает со снеголавинных станций, число которых непрерывно растет, и с метеорологических станций. Сейчас в горных районах нашей страны насчитываются уже десятки снеголавинных станций. Они действуют в горах Кавказа, Тянь-Шаня, Памира, Алтая, Карпат, на Сахалине, Камчатке. Для обслуживания строительства и последующей эксплуатации снеголавинные станции созданы на основных перевальных участках Байкало-Амурской железнодорожной магистрали.

Прогноз лавин передается по мере необходимости, а при опасной ситуации - ежедневно и даже чаще. Время от времени их слышит и каждый читатель этой книги по первой программе телевидения в конце передачи "Время" или по радиопрограмме "Маяк". За время работы сети снеголавинных станций Госкомгидромета, несмотря на несколько выдающихся по снежности зим, крупных лавинных катастроф на территории нашей страны не было.

Для того чтобы прогноз лавин был надежным и своевременным, высоко в горах на снеголавинных станциях трудится большой коллектив наблюдателей и исследователей, которые в любую погоду проводят комплекс метеорологических наблюдений, по заранее намеченным маршрутам выходят на склоны и в толстом снежном покрове закладывают и описывают шурфы, чтобы уловить слабый слой, грозящий сходом лавины. Наблюдатели регистрируют все лавины, заполняют сведениями о них толстые тетради наблюдений, которые потом будут использованы для статистической обработки, составления кадастра лавин, разработки новых методов лавинных прогнозов. После сильных снегопадов и метелей лавинщики на вертолетах проводят облеты территории для выяснения состояния снежного покрова. В местах возможного схода лавин высаживаются снежные десанты, которые изучают снежную толщу и выявляют ее устойчивость. Нередко непогода и лавины надолго отрезают снеголавинные станции от внешнего мира.

Примером четко поставленной работы по прогнозированию лавин может служить Киргизская Советская Социалистическая Республика - одна из самых гористых республик нашей страны. Лавинщики отметили здесь 30 тысяч мест возможного схода лавин, что в полтора раза больше, чем в Альпах. Из них почти 1000 лавиносборов может выбросить лавины, которые способны нанести материальный ущерб или привести к гибели людей: они угрожают сооружениям, дорогам, линиям связи и электропередачи, горным пастбищам, лесным массивам, альпинистским и туристским маршрутам.

На основе анализа информации с 7 снеголавинных и 32 метеорологических станций, а также данных воздушных облетов и наземного обследования выявляются состояние снежного покрова и лавинная обстановка на территории республики. Если возникает опасная ситуация, то прогноз о

начале периода лавинной опасности под индексом "Шторм" направляется в партийные и советские органы, министерства и ведомства, Совет по туризму, альплагеря, областные гидрометбюро и на метеостанции. Регулярно с необходимой частотой ведется оповещение населения по радио и телевидению. Министерства и ведомства по собственным каналам связи информируют свои учреждения и предприятия. Снеголавинные станции направляют прогнозы лавин предприятиям, с которыми у них есть соглашения. При этом используется весь арсенал методов прогноза.

Лавинный прогноз приводит в движение сложный механизм защиты - предприятия готовят эвакуацию и закрытие объектов в опасной зоне; дорожники выставляют знаки, предупреждающие о местах возможного схода лавин, и сосредоточивают технику для расчистки лавинных завалов; энергетики и работники служб связи держат наготове ремонтные бригады; пастухи отгоняют стада в безопасные районы; на туристских базах и в альпинистских лагерях запрещаются все выходы, а ушедшие группы срочно отзываются; наготове находятся спасательные группы и средства их доставки. Этот неполный перечень мероприятий, осуществляемых в связи с лавинным прогнозом, налагает на его составителей огромную ответственность. Об эффективности прогнозов лавин в Киргизии говорит хотя бы тот факт, что только на дороге Фрунзе - Ош, пересекающей страну с севера на юг, они позволяют экономить в год от 300 до 800 тысяч рублей в зависимости от снежности зимы.

Первая служба прогнозов лавин в Альпах была создана в Швейцарии. Еще в 1917 году, после катастрофы с пассажирским поездом на участке железной дороги Кур - Давос, здесь была организована служба предупреждения о лавинах. Делалось это просто: за склонами велись постоянные наблюдения, и после схода первой лавины движение прекращалось. Затем были организованы наблюдения за снежным покровом и погодой, и дорогу стали закрывать на время "лавинной погоды".

Однако подлинным организатором службы прогнозов следует считать Швейцарский союз лыжников. Прогнозы на регулярной основе эта служба начала выдавать зимой 1937/38 года. Они появлялись раз в неделю и основывались на наблюдениях добровольцев в 15 пунктах на территории страны. Наблюдатели-добровольцы исследовали снежный покров в шурфах и осуществляли комплекс метеорологических наблюдений. Дополнительно использовались материалы обычных метеостанций. Результаты наблюдений они подкрепляли своими выводами, основанными на знании местности, опыте и интуиции. В 1940 году служба лавинных прогнозов перешла в ведение Швейцарского общества по изучению лавин. В 1943 году был основан Швейцарский федеральный институт по изучению снега и лавин, который взял на себя все функции по подготовке прогноза.

Сейчас институт в Вайсфлуйох в районе Давоса получает информацию от 55 наблюдательных станций и с 30 метеостанций. На основе этой информации подготавливается лавинный бюллетень. Сообщения о лавинной обстановке в горах передаются по радио и телевидению в конце недели, чтобы лыжники и туристы знали, что их ждет в выходные дни. Если же обстановка опасная, то сообщения даются ежедневно в 11 часов утра. Получить лавинный прогноз можно также по телефону.

В других альпийских государствах службы лавинного прогноза возникли значительно позже. Толчком к их организации служили обычно крупные лавинные катастрофы. В Австрии, например, такая служба была создана после печально памятной зимы 1950/51 года. Уже в следующую зиму Лео Крассер основал в земле Форарльберг службу прогноза по образцу швейцарской. В ФРГ такая

служба была создана только в 1967 году, после катастрофы в Баварских Альпах, когда погибло сразу 10 человек. Сейчас все альпийские государства имеют свои службы прогноза лавин, опирающиеся в общей сложности на 264 специальные и метеорологические станции. Центрами, занимающимися анализом обстановки и подготовкой лавинных прогнозов, являются: во Франции - Коль-де-Порт, в Италии - Турин, в Югославии - Зеленица, в ФРГ - Мюнхен, а в Австрии - Брёгенц, Зальцбург, Инсбрук и Клагенфурт, столицы альпийских земель. Все эти центры связаны между собой, ведут обмен информацией и постепенно превращаются в единую сеть сбора и обработки информации для прогноза лавин в Альпах.

В Соединенных Штатах прогноз лавинной опасности готовится для тех горных районов, где сосредоточивается много людей,- это обычно горнолыжные центры или горнодобывающие предприятия с прилегающими к ним жилыми поселками. Лавинные исследования здесь ведет Лесная служба. Лавинщики Лесной службы начиная с 50-х годов, в первую очередь благодаря усилиям Монтомгери Отуотера, обеспечивают регулярную выдачу прогнозов. Для многолюдных центров горнолыжного спорта лавинная обстановка освещается в специальных бюллетенях ежедневно. Для тех мест, куда лыжники приезжают преимущественно в выходные дни в конце недели - на уик-энд, бюллетени выдаются раз в неделю - в пятницу или в субботу утром. Только в случае большой лавинной опасности предупреждение о ней дается через систему Национальной службы погоды как часть программы предупреждений о стихийных бедствиях, с тем чтобы это сообщение могло слышать все население и группы, находящиеся в горах. В этом случае используются все средства информации: радио, телевидение, газеты, телетайп и радиовещание на ультракоротких волнах.

Во многих странах, в том числе в Советском Союзе, после объявления прогноза о лавинной опасности в местах, которым угрожают лавины, устанавливаются предупреждающие знаки. Обычно они имеют международные цвета - оранжевое поле с черными буквами: ЛАВИНЫ! ОСТОРОЖНО, ЛАВИНЫ! ЗАКРЫТО, ЛАВИННАЯ ОПАСНОСТЬ! ПРОЕЗД БЕЗ ОСТАНОВОК, ЛАВИНЫ! К сожалению, все еще находятся люди, которые относятся к предупреждающим знакам, как к личным врагам. В Приэльбрусье мне приходилось видеть такие знаки поваленными и покореженными отнюдь не лавиной. В Соединенных Штатах Лесная служба сурово карает тех, кто нарушает запретные зоны, обозначенные знаками. При этом обычна, например, такая надпись: "Хождение между и выше знаков является поступком, который карается штрафом в 299 долларов или 180 днями тюрьмы!". Уничтожение знаков карается еще суровее. Такой подход вполне оправдан, так как нарушитель может не только погибнуть сам, но и спустить лавину на многих людей, находящихся ниже по склону.

Тысячи лыжников, туристов, автомобилистов, жителей гор катаются на лыжах, путешествуют, спокойно работают и живут благодаря скромной, незаметной и трудной работе лавинщиков, взявших на себя нелегкую ношу ответственности за правильность и надежность лавинных прогнозов.

## **Искусственное регулирование лавин**

Подготовка и выдача прогноза - это только начальный этап работы существующих во многих странах служб защиты от лавин, как бы они ни назывались - лавинный патруль, снеголавинная станция, лавинная экспедиция, цех противолавинной защиты или как-то иначе. В задачу этих служб входит также обязанность дать четкое заключение о состоянии заснеженных склонов. Необходимость подобного заключения тесно связана с прогнозом лавин - по миновании опасной

ситуации далеко не все склоны разгружаются от снега и надо быть уверенным в том, что снег этот стабилен и не грозит сорваться лавиной. Тем и сложен лавинный прогноз, что отсутствие лавин далеко не всегда означает отсутствие лавинной опасности. Поэтому всегда проводят проверку устойчивости снега на склоне, пытаюсь его сбросить, если он ослаблен, или наоборот, закрепить, прежде чем разрешить выход людей в опасные зоны. Делается это путем искусственного воздействия на снежный покров.

Еще в 1433 году некий андалузский рыцарь, описывая свой первый переход через Альпы, сообщал: "При необходимости идти по узким тропам, когда снег, покрывающий горы, со всех сторон грозит сползти, люди стреляют из огнестрельного оружия, чтобы звуком выстрела вызвать падение снега". Это одно из первых упоминаний об искусственном регулировании лавин. Искусственно лавины вызывали и возчики, перевозившие купеческие товары через перевалы Альп, но вместо стрельбы они щелкали длинными бичами.

Со временем человек создал более мощное оружие, чем бич, пистолет или ружье, которое оказалось полезным в борьбе с белой смертью. Военный консультант по лавинам австрийской армии времен первой мировой войны Матиас Здарский учил солдат применять разные способы искусственного обрушения лавин. Применением ручных гранат достигался, по его словам, особенно хороший эффект. На фронте для этих целей использовались также гаубицы.

С 1934 года, после многочисленных экспериментов, на железных дорогах Швейцарии начинается применение минометно-артиллерийского обстрела опасных склонов. Этим достигались три цели: лавинщики знали, когда и где сойдет лавина; снег сбрасывался со склона более мелкими порциями, чем в естественной лавине; если же лавина при обстреле не возникала, то была уверенность в стабильном состоянии снега.

Зимой 1939/40 года в СССР лавинная служба комбината "Апатит" впервые стала применять минометный обстрел для искусственного спуска лавин. Затем война прервала эту работу, и она возобновилась в послевоенный период усилиями В.Н.Аккуратова. Теперь используются в основном минометы. Благодаря обстрелам лавин сходит почти в три раза больше, а их объемы в три раза меньше, чем у естественных лавин. В других горных районах нашей страны, кроме минометов, используются гаубицы и зенитные орудия.

В Соединенных Штатах лавинщики начали применять артиллерийские системы в начале 50-х годов. Сначала это была 75-миллиметровая гаубица времен первой мировой войны, но уже через несколько лет основным оружием против белой смерти стали легкие и мобильные пушки пехоты - безоткатные орудия и современная гаубица.

Выбор артиллерийской системы для борьбы с лавинами зависит от многих условий, но в любом случае это должно быть орудие мобильное, легкое, приспособленное для стрельбы на пересеченной местности и по закрытым целям, а вернее, через гребни гор. Система должна быть надежна в обращении, максимально безопасна, иметь дальность стрельбы порядка 2-3 километров, высокую точность, мощный заряд, не дающий много осколков, обеспечивать взрыв над поверхностью снежного покрова, снаряд должен самоликвидироваться. Стандартной артиллерийской системы, отвечающей всем этим требованиям, нет, ближе всего к ним подходит миномет, несколько хуже показатели безоткатного орудия, так как оно дает опасный выброс газов назад, так называемый чаффер, которым был убит один из американских лавинщиков, имевший большой опыт обращения с этим оружием.

Общими недостатками всех стандартных артиллерийских систем являются: высокая стоимость боеприпасов, недостаточная точность, большое количество осколков и не всегда разрывающиеся снаряды - число их составляет до 1 % от количества выстрелов. Исключение представляют зенитные системы, где снаряды самоликвидируются, но все же и здесь один снаряд из тысячи не взрывается.

В Соединенных Штатах за 20 лет охоты за лавинами выпущено около 100 тысяч снарядов, из которых почти тысяча не разорвалась. Такие "мины замедленного действия" могут сойти вместе с лавиной и улечься в завал на автодороге или зарыться в грунт на склоне и ждать своего часа. Поэтому при обстреле лавиносборов приходится вести наблюдения за разрывами, отмечать каждый неразорвавшийся снаряд на карте, а сразу после схода снега обшаривать миноискателем участки на крутых склонах и, если повезет, подрывать найденный снаряд. Все это налагает определенные ограничения на использование стандартных артиллерийских систем, хотя во многих случаях они остаются одним из важнейших средств регулирования лавин - их искусственного спуска, проверки устойчивости снега или закрепления его на склоне рядом выстрелов, когда разрывы, уплотняя снег и нарушая его структуру, способствуют его быстрому спеканию и как бы пришивают к склону.

Уже давно делаются попытки создать специальное противолавинное оружие. Еще в 50-х годах австрийский инженер Р.Цверина начал разработку противолавинной ракеты, а в Соединенных Штатах в начале 60-х годов был создан "аваланчер" - орудие, которое сжатым воздухом выбрасывало специальный снаряд весом до килограмма на расстояние 2,5 км. В 1965 году я присутствовал на показательных стрельбах из "аваланчера" и пуске швейцарской противолавинной ракеты. "Аваланчер" своим пузатым баллоном со сжатым воздухом напоминал самовар, а установка для пуска ракеты походила на обычную самоварную трубу. В разрывах наползавших на нас облаков можно было время от времени видеть далекий заснеженный склон, на который были нацелены обе установки. И вот снаряды ушли к цели, но облака мешали сразу увидеть результаты обстрела, хотя наблюдатели, вооруженные биноклями, отметили сход лавин. К сожалению, "аваланчер" так и не вошел в арсенал противолавинного оружия. Он не был доработан, а имевшиеся опытные экземпляры несколько раз опасно выбрасывали сжатым воздухом. Швейцарская же противолавинная ракета, несмотря на ее небольшую дальность - 1600 метров, невысокую точность и высокую стоимость, все же используется. Но основным видом оружия там остается миномет.

Для искусственного спуска лавин, проверки устойчивости снега на склоне и его закрепления, кроме артиллерийских систем, применяются заряды взрывчатых веществ. Снаряд, мина или ракета долетают до опасного склона в считанные секунды, а заряд взрывчатки лавинщик доставляет туда на собственной спине, но зато он может уложить его точно в предназначенное место. Кроме того, такой способ воздействия на снег намного дешевле. Все это в ряде случаев делает взрывчатку более удобным средством искусственного регулирования лавин. Особенно удобно ее применение в горнолыжных центрах, где к услугам лавинщиков есть подъемники, которые быстро доставляют их к местам закладки зарядов и где стрелять из неточных и дающих много осколков артиллерийских систем весьма опасно. Взрывчатка, конечно, также требует величайшей осторожности и специальной подготовки, верного глаза и твердой руки. Были случаи, когда лавинщики, пытаясь забросить заряд с горящим бикфордовым шнуром в нужную точку, вдруг обнаруживали его под ногами товарища и даже на крыше вагончика канатной дороги.

Там, где нет подъемников, использование взрывчатки для борьбы с лавинами - дело очень трудоемкое. Для спуска одной лавины иногда требуется целый день, который лавинщик тратит в основном на подъем на склон. С этим обычно сталкиваются лавинщики, обеспечивающие безопасность горных дорог. В последнее время для доставки лавинщиков или сбрасывания зарядов в нужных местах используются вертолеты, но их применение лимитируется погодой и высокой стоимостью полетных часов.

Лавинщики Киргизии предложили свой способ спуска лавин, который не требует утомительных и опасных хождений по склонам гор. Они закладывают более мощный заряд у подножия склона, таким образом, чтобы воздушная ударная волна основательно встряхнула снег и в случае его неустойчивости вызвала лавину.

Обстрелы и взрывы для искусственного регулирования лавин используются очень широко: в Швейцарии каждую зиму звучит от 5 до 10 тысяч взрывов, а в Соединенных Штатах в два раза больше. Война с белой смертью продолжается.

Иногда лавинщики регулируют сход лавин собственными ногами. Из-за трудоемкости такой работы и ее опасности это делают только в небольших лавиносборах. При страховке партнера лавинщик выкатывается на лыжах в зону отрыва лавин и лыжной палкой пытается подрезать пласт с таким расчетом, чтобы успеть уйти из опасной зоны до обрушения основной массы снега и чтобы лежащий выше лыжни нестабильный пласт оказался наименьшим и не увлек вниз. Если такая проверка стабильности не вызывает лавину, то снежный покров в зоне отрыва стабилизируют, катаясь на укороченных лыжах или утаптывая его ногами. В целях безопасности стабилизация начинается от самой верхней точки. Процедуру утаптывания можно повторять несколько раз за зиму. Так обычно стабилизируют рыхлый снег. Снежные доски всегда опасны, и поэтому перед утаптыванием их устойчивость проверяют взрывами. Подобный способ применяют только на склонах, где катаются лыжники.

За последние 10-15 лет лавинщики предлагали много других способов регулирования лавин. Один из них состоит в предварительном минировании зон зарождения лавин, с тем чтобы взрывы производить в нужное время простым нажатием кнопки. Один из вариантов этой идеи заключался в том, что в зоне зарождения лавин предполагалось устанавливать специальные емкости, куда в нужное время подаются два газа, образующие взрывчатую смесь. Смесь взрывается дистанционно электрической искрой.

В снег пытались вносить химические добавки для придания ему устойчивости. Эдвард Лашапел в Скалистых горах проводил эксперименты с этиленгликолем, то есть обычным антифризом, который должен был подавлять процесс развития снега-пльвуна. В Хибинах В.Аккуратов посыпал снег карналлитом или обычной поваренной солью. Предполагалось, что эти частицы будут постепенно "тонуть" в снегу, образуя вокруг себя зону с пониженной температурой замерзания воды. По пути своего погружения они создадут тонкую ледяную "ниточку", пронизанный такими ледяными нитями снежный покров будет хорошо стабилизирован. Но эти работы не вышли из стадии экспериментов.

Для предотвращения образования лавин путем постоянного сброса малых порций снега лавинщики пробовали перед первым снегопадом накрывать верхнюю часть склона обычной пластиковой пленкой. Действительно, снег на ней не держался, а непрерывно ссыпался вниз.

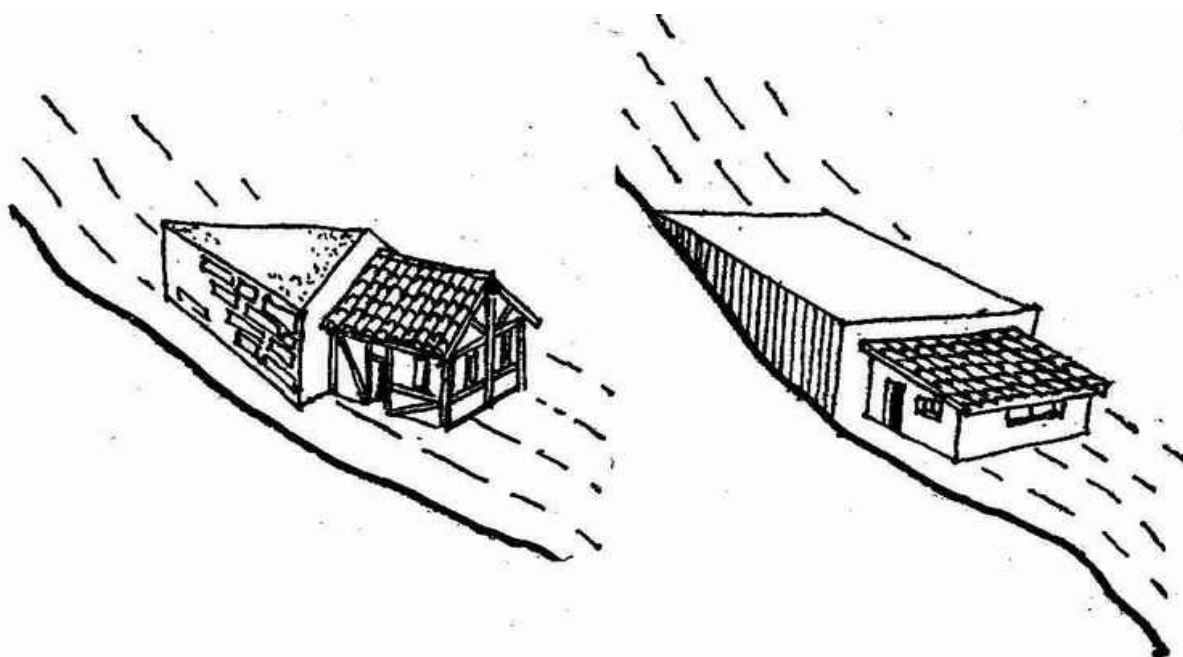
Французские лавинщики запатентовали вибростенд, который устанавливается в зоне зарождения лавин и после включения в нужный момент стряхивает накопившийся слой снега. Несколько таких установок уже действует в Швейцарии. Иногда на грунт укладывают специальные подушки из прорезиненной ткани, в которые при опасном накоплении снега компрессором нагнетается воздух, что приводит к нарушению устойчивости снега раздувшейся подушкой. Все эти способы пока остаются экспериментальными.

Стратегия использования методов искусственного регулирования лавин определяется характером объекта, который надо защищать. Если это поля для лыжного катания, то главное - выявить устойчивость снега и затем постараться его стабилизировать, а снег на окружающих склонах и подходах спускать малыми порциями путем обстрела. Защита дороги требует регулярного сбрасывания лавин малыми порциями в течение всей зимы, с тем чтобы можно было быстро убирать завалы с полотна дороги и чтобы предотвратить сход больших лавин весной. Казалось бы, такую же стратегию защиты можно применять и для объектов, в которых временно или постоянно проживают люди. Однако многолетний швейцарский опыт показал, что могут возникнуть такие сложные и необычные метеорологические условия, во время которых образуются не контролируемые обстрелом лавины.

### **Противолавинные сооружения**

Стратегия защиты от лавин многих объектов, но особенно тех, в которых временно или постоянно могут находиться люди, состоит в строительстве специальных противолавинных сооружений, которые призваны обеспечить полную безопасность. Жители гор издавна научились использовать естественный рельеф для защиты от лавин и создания убежищ, где можно укрыться в лавинную непогоду. Эти формы рельефа и подсказали горцам пути борьбы с лавинами.

В Альпах и на Кавказе жители гор с давних пор врезали заднюю стену дома в крутой склон, а крышу сооружали плоской, с тем чтобы беспрепятственно пропустить лавину (рис. 9)



**Рис. 9. Способы защиты домов от лавин, когда защитная конструкция совмещена с самим сооружением.**



Отсюда было недалеко и до следующего шага - сам дом строился так, что стена, обращенная к склону, конструировалась в виде утюга, заостренный конец которого встречал и рассекал лавину на две части, скользящие вдоль стенок "утюга", не причиняя вреда зданию. Классический пример такой защиты здания - церковь Богородицы в Давосе (рис. 10)

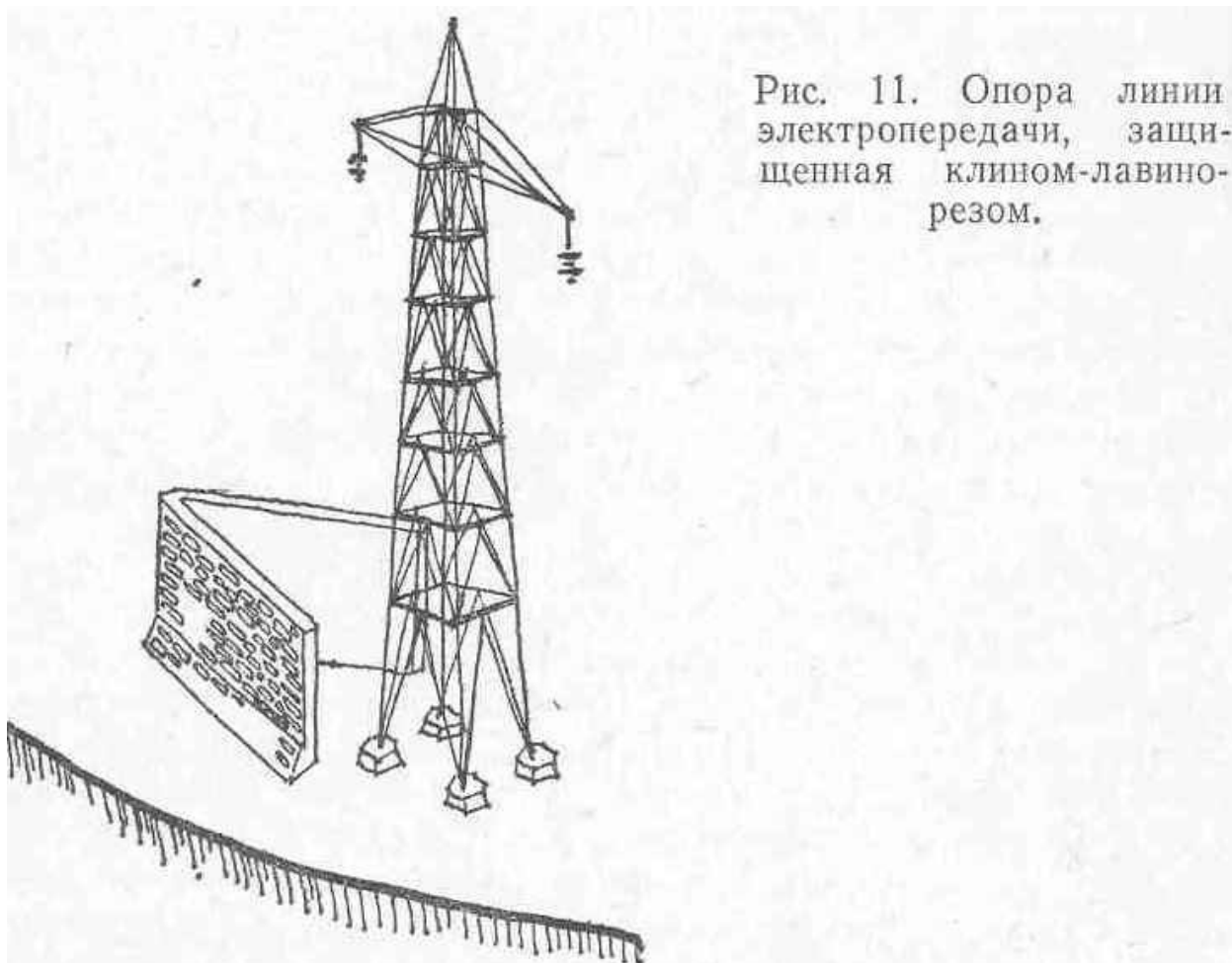


Рис. 10. Церковь Богородицы в Давосе (Швейцария) с задней стеной, построенной в виде клина или утюга для защиты от лавин.

Первое здание церкви на месте нынешней было построено еще до 1602 года, но (как свидетельствует летопись) 16 января 1602 года оно вместе с семьюдесятью другими домами было снесено лавиной. Церковь восстановили. В 1817 году ее снова по самую крышу завалила лавина, и попасть внутрь можно было только через окошко над органом. Но строение на этот раз уцелело - его спас утюг - лавинорез, пристроенный у обращенной к опасному склону стены неизвестным мастером между 1602 и 1817 годами. 25 января 1968 года лавина снова ударила в здание церкви Богородицы. И снова оно устояло, только вдоль одной из боковых стен появилась трещина.

Во врезанной в склон стене дома горцы выкапывали землянки и погреба, где можно было укрыться от падающих лавин. Такие же погреба, землянки и навесы они устраивали высоко в горах как убежища от непогоды и лавин. Видимо, это и навело на мысль о строительстве галерей на тропах и дорогах для укрытия людей и животных от лавин. Еще в начале XVIII века на тракте через Шплюген в Валь-Кардинелло в Альпах были построены первые галереи, защищавшие торговые обозы от обвалов в наиболее опасных местах. Первая галерея на перевале Симплон была построена в 1805 году по приказу Наполеона.

Таким образом, чтобы защититься от лавин, человек стремился свои сооружения как бы вписать в горный ландшафт, стараясь не создавать препятствий на пути лавин или придавать сооружениям форму наименьшего сопротивления лавине. Говоря современным языком, была создана система прямой защиты объектов, когда защитная конструкция совмещена с защищаемым сооружением. Эта система и сейчас используется в практике противолавинного строительства, но уже в современной манере и из новых строительных материалов. Она часто применяется для отдельно стоящих объектов - особенно линий связи и электропередачи (рис. 11)



Галереи считаются самым надежным средством защиты от лавин автомобильных и железных дорог. В Киргизии и на Кавказе галереями защищены многие участки автодорог, а на острове Сахалин они защищают железную дорогу. Там, где дорогу пересекает одиночная лавина, строят лавинопропуск - короткую галерею с бортиками на кровле, чтобы лавинное тело не растекалось и не отклонялось в стороны. Иногда на подходе к лавинопропуску лавинное русло специально углубляют, чтобы предотвратить отклонения лавины в стороны.

Уже давно делаются попытки вообще предотвратить лавину, то есть найти способ удержать снег на склоне. В Верхнем Валлисе, в Швейцарии, в начале XVIII века снег удерживали на склоне с помощью рытья канав вдоль склона и забивки столбов в грунт в местах отрыва лавин. Из этих очень простых приемов родился метод застройки склонов системами снегоудерживающих сооружений. Это в общем довольно простые конструкции, напоминающие обычные заборы и изгороди. Они разбивают снежный покров поперек склона на отдельные участки, и каждый забор удерживает только вышележащий участок до следующего забора. Если сооружения поставлены что называется "с умом" и учтены все местные особенности, то работают они очень эффективно.

Первая настоящая инженерная застройка опасного склона снегоудерживающими сооружениями была выполнена в 1868 году в Граубюндене в Швейцарии под руководством известного знатока лавин И.Коаца. На склонах Мотт-д'Альп было поставлено 19 каменных заборов общей длиной 412 метров и 17 рядов каменных столбов. С тех пор на этом склоне никогда не было лавин. Сейчас массивные каменные заборы отходят в прошлое, их заменили более легкие сооружения из железобетона, стали, алюминия, дерева и пластмасс. Они имеют значительные просветы. А из пластмассы и нейлона делают снегоудерживающие сетки. За более чем сто лет строительства в Швейцарии на лавиноопасных склонах поставлены сотни километров противолавинных щитов и заборов. В Альпах снегоудерживающие сооружения стали частью горного ландшафта.

Снег и лавины подвергают снегоудерживающие сооружения суровым испытаниям. После жестокой зимы 1950/51 года швейцарские исследователи оценили работу трети всех сооружений как недостаточную или полностью неудовлетворительную, но в то же время признали, что только защитные сооружения предотвратили еще большую катастрофу. Неудовлетворительная работа отдельных сооружений является результатом плохого инженерного решения, когда не учитываются многие местные географические условия и их изменения в результате воздействия сооружений на окружающую среду. Такие "неучеты" могут обходиться очень дорого. Так, на одной из железных дорог на востоке нашей страны однажды на полотно сошла лавина из снегобетона! Вместе со снегом обрушились установленные на склоне снегоудерживающие сооружения из бетона. На одном из склонов западного Тянь-Шаня метели быстро замели недостаточно высокие заборы, и лавины прекрасно сходили поверх них. Проектировщики не учли, что противолавинные заборы при метелях работают как ловушки для снега. Снег коварен и изменчив, он прикидывается то жестким материалом, то вязкой жидкостью, то сухим сыпучим песком. За десятки лет работы снегоудерживающих сооружений он может принять множество обликов. Если не учитывать это, то будут падать лавины из снегобетона. Исключительная важность продуманной и надежной установки снегоудерживающих сооружений диктуется также их высокой стоимостью и большой трудоемкостью их строительства. Один метр современных противолавинных заборов обходится почти в 500 долларов. Защита небольшого поселка Сент-Антониен в Швейцарии с населением в 150 человек обошлась в полтора миллиона долларов, то есть по 10 тысяч на душу.

Среди снегоудерживающих конструкций есть очень оригинальные и смелые инженерные решения. Инженер П. Г. Шибко для защиты санатория "Сахалин" установил на склоне систему деревянных снегоудерживающих щитов, которые покоятся основанием на толстых стальных тросах, закоренных в скалах на гребне горы. Такое необычное решение было подсказано местными условиями - склон сложен рыхлым, оплывающим при выпадении дождя и таянии снега грунтом. Закладывать в такой грунт тяжелый фундамент дело дорогое, а главное, очень ненадежное. Щиты успешно работают уже больше десяти лет. Сейчас во многих странах для борьбы с лавинами все шире стали применять сооружения, меняющие форму лавинного русла и тем самым воздействующие на само лавинное тело. Так, с помощью лавиноотклоняющих дамб или стен можно менять направление движения лавины, отклоняя ее от защищаемого сооружения. На пути лавины ставят надолбы или насыпают земляные холмики, а также сооружают несколько лавинорезов. Задача таких конструкций - погасить скорость лавинного тела, разбить его на отдельные части и затормозить. Так же, как в руслах рек ставят плотины, на пути лавин можно соорудить противолавинную дамбу с лавиноаккумулирующей емкостью перед ней. Особенно много подобных сооружений создано в альпийских странах. Олимпийскую деревню в Инсбруке защищает, например, мощная противолавинная дамба.

Почти все типы подобных сооружений можно увидеть в Хибинах в районе города Кировска. Этот район можно назвать выставкой противолавинных сооружений. Их строительство было начато в 30-х годах. Тогда некоторые сооружения делали просто из снега.

Первое сооружение для борьбы с лавинами - лавиноотбойная стенка - было установлено в нашей стране в 1885 году на Кавказе. Оно защищало Военно-Грузинскую дорогу от лавины Бодо.

Еще один способ торможения и остановки лавины заключается в создании в глубоком лавинном русле зигзагообразного участка, для чего иногда используются направленные взрывы. Автору известен случай применения подобного метода в испанских Пиренеях; вообще же этот способ используется редко.

Отклоняющие, тормозящие и останавливающие лавину сооружения тоже проходят серьезные испытания на надежность. Делает это самый суровый и объективный испытатель - лавина. Сооружения далеко не всегда выдерживают испытания. Опыт их эксплуатации в Хибинах, Альпах, горах Японии показал, что очень важно учитывать местные особенности и характер самих лавин. Особенно плохо эти сооружения работают при сходе пылевой лавины: она часто легко перескакивает через лавиноотбойные дамбы, не желает менять направление при встрече с отклоняющей стенкой и плохо тормозится на надолбах. Во время метелей снег заполняет пространство вокруг сооружений, что снижает их рабочую высоту, к этому же приводит и неоднократный сход лавин. Все это заставляет тщательно продумывать все наихудшие варианты работы сооружений за длительный срок их существования и учитывать воздействие сооружений на окружающую среду.

Там, где в лавинообразовании большая роль принадлежит метелям, используют такие конструкции, которые перехватывают метелевый снег, препятствуя его накоплению на опасном склоне, предотвращают образование на гребнях гор снежных карнизов или создают в зоне зарождения лавин зоны выдувания снега. Для перехвата снега во время метели используют обычные снегозадерживающие щиты, которые можно часто видеть зимой вдоль дорог, только в горах они обычно повыше. Щиты ставят на том склоне, с которого снег переносится в лавиносбор.

Для борьбы с карнизами на гребнях гор устанавливают наклонные щиты, нижние края которых образуют вместе с гребнем узкую щель (рис. 12)

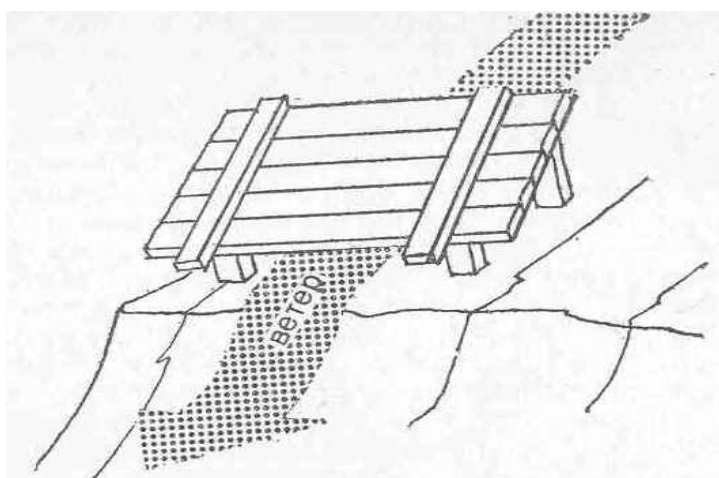


Рис. 12. Наклонный щит для борьбы со снежными карнизами и для создания в верхней части склона зоны выдувания.

Наклонный щит направляет поток воздуха при ветре в эту щель, где он приобретает большую скорость и направление вниз по склону. В результате вместо снежного карниза на гребне и в верхней части склона образуется зона выдувания.

В местах зарождения лавин устанавливают специальные снеговывдувающие щиты, которые по-немецки называют "кольктафели", что переводится как "выдувающая доска". Кольктафель - это один щит трапецевидной или треугольной формы или два таких щита, совмещенных перпендикулярно друг другу так, что в плане они имеют форму креста (рис. 13)

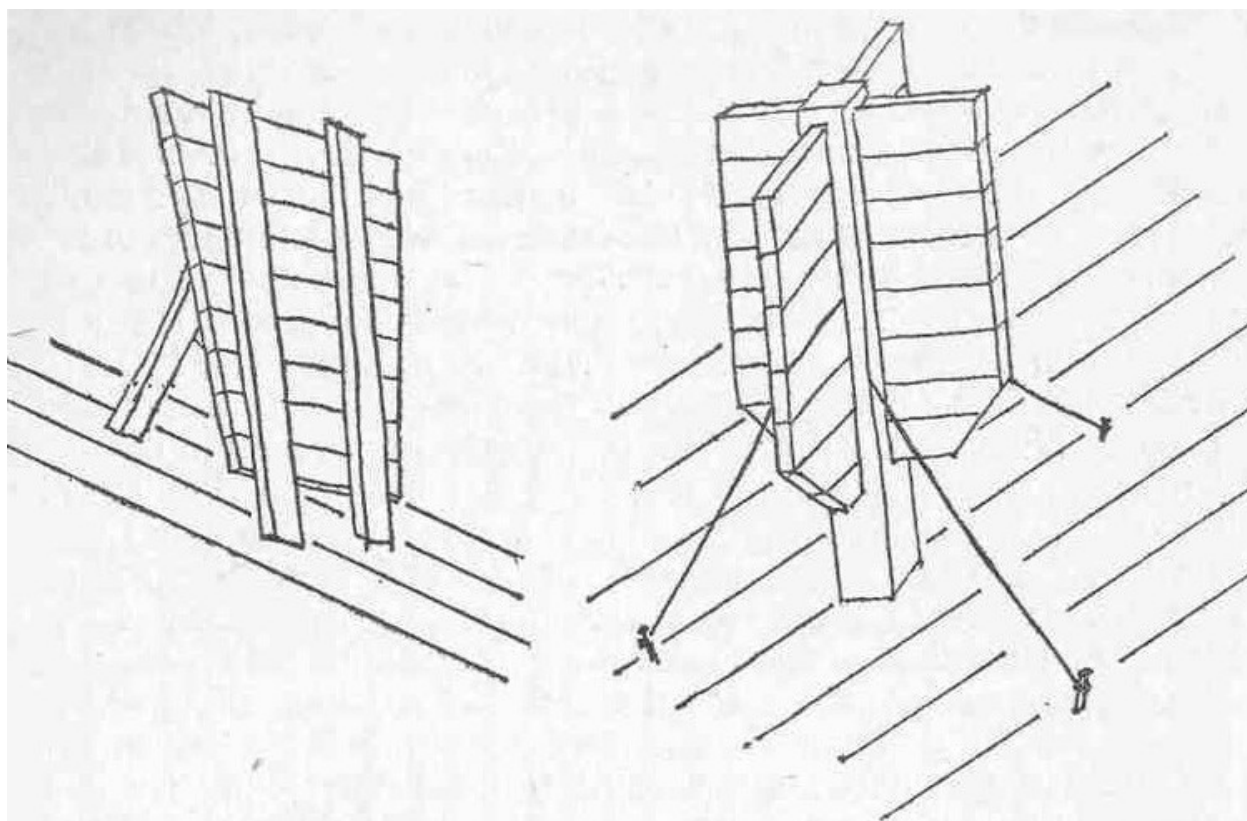


Рис. 13. Конструкция кольктафелей — снеговывдувающих щитов.

Обдувающий кольктафель ветер завихряется, усиливается и выбрасывает снег в стороны. Поэтому зимой вокруг них образуются бесснежные воронки диаметром в десятки метров. Снежный покров оказывается разбитым на отдельные участки, которые обладают гораздо большей устойчивостью, чем сплошной пласт. Все противометелевые конструкции обычно устанавливают в наиболее рациональных сочетаниях, учитывающих местные условия.

При защите от лавин самые надежные решения возможны только при сочетании нескольких типов противолавинных сооружений, а вот как это сделать - подсказывают местные географические особенности района, в котором намечается строительство, и хорошее знание характера местных лавин и снежного покрова (рис. 14)

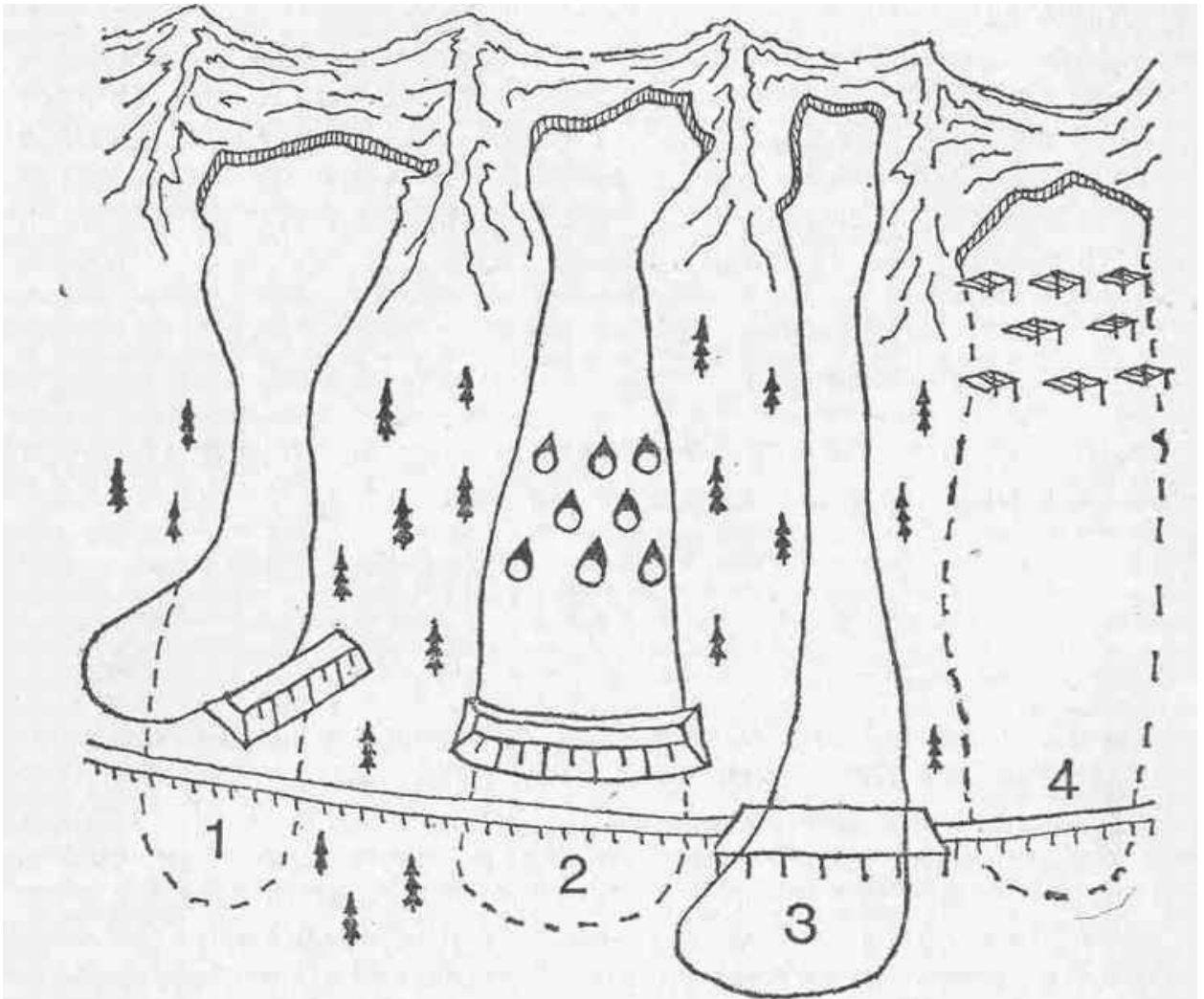


Рис. 14. Комплексная система защиты дороги от лавин.  
 1 — отклоняющая лавину дамба; 2 — тормозящие лавину бугры и лавиноотбойная дамба; 3 — противолавинная галерея; 4 — снегоудерживающие сооружения.

### Защитная роль леса

Лес — это естественный барьер на пути лавин, что подчеркнул еще Шиллер в "Вильгельме Телле":  
 Так вот, давно о тяжёлых лавинах

*Засыпали селенье наше Альторф,  
 Но будто всенародным ополченьем  
 Встречает их наш заповедный лес.*

В лесу лавины не образуются — деревья разбивают снежный покров на отдельные участки и давление сползающего по склону снега принимают на себя. Вот почему на крутых залесенных склонах можно часто увидеть изогнутые, как лук, в нижней части стволы деревьев, направленные выпуклой стороной вниз по склону. Это результат длительного, из зимы в зиму, нажима снежной толщи. Такой лес называют саблевидным.

Правда, и здесь бывают исключения, связанные с необычным разнообразием свойств снега. Исключительно сыпучий "дикий" снег, состоящий из мельчайших ледяных иголочек, может в негустом лесу образовать небольшую лавину. Также редчайшим исключением является невероятный по толщине снежный покров, который, как это было в Сванетии, смог перекрыть лес с деревьями семиметровой высоты, в результате чего лавины сходили поверх леса.

В Швейцарии есть множество указаний на то, что с 17 по 19-е столетие, то есть в тот самый период, когда происходило широкое сведение лесов для хозяйственных нужд, в этой горной стране участились катастрофы, связанные с лавинами и селями. Поэтому во многих районах страны местными властями были приняты постановления о полном запрещении любого использования лесов, растущих на склонах гор над населенными пунктами. В некоторых местах даже вынос из леса сухих веток, опавших шишек и гуляние по лесу карались большими штрафами. Тем не менее леса вокруг некоторых населенных пунктов были постепенно уничтожены. Особенно пострадали склоны вокруг городка Андерматт близ Сент-Готардского перевала, когда-то сплошь покрытые лесом. С одного из склонов лес был сведен полностью. В результате во время лавинной катастрофы в январе 1951 года на городок обрушились лавины, которые снесли не только новые военные казармы, но и несколько зданий, построенных десятки и сотни лет назад еще под залесенными склонами.

В альпийских странах Европы роль и значение леса для защиты от лавин и других стихийных явлений в горах давно осознана; не зря, например, вопросами исследований и защиты от лавин много и успешно занимается Лесная служба Швейцарии.

В Соединенных Штатах вопросами исследований лавин, их прогноза и защиты от обвалов вообще занимается только Лесная служба. И все же, несмотря на понимание роли леса в предотвращении и ослаблении стихийных бедствий в горах, ежегодно число лавинных и селевых катастроф возрастает из-за неправильного ведения лесного хозяйства. Альпийские исследователи подсчитали, что при общем росте катастроф на 10 % ежегодно 5 % обязаны именно этой причине.

На карте лавинной опасности Советского Союза, составленной лавинщиками, указаны места потенциальной лавинной опасности. Сейчас эти районы вполне безопасны, так как на склонах гор здесь растут густые леса, но исследователи предупреждают - берегите лес, если он будет уничтожен, то здесь появится белая смерть!

Лес не только спасал человека от лавин, он же подсказал идею снегоудерживающих противолавинных сооружений. Первые такие сооружения в виде частокола из стволов лиственницы, вбитых в склон, были просто подражанием лесу. Но сам этот факт можно отнести к категории черного юмора - чтобы защищаться от лавин, где-то срубили лес и сделали из него столбики, чтобы создать на месте сведенного леса что-то ему подобное!

Сейчас в альпийских странах Европы ведется большая работа по восстановлению лесов, которые в значительно большей степени были уничтожены человеком, а не лавинами. Австрийские лесоводы считают, что верхняя граница леса в Альпах лежит на 300-400 метров ниже естественной в результате их бездумной вырубки. Поэтому все время делаются попытки поднять границу леса, высаживая там саженцы. Это исключительно важное противолавинное мероприятие, так как три четверти лавин возникают выше границы леса.

Исправляя варварское в прошлом отношение к лесам, сейчас при застройке склонов снегоудерживающими сооружениями между ними высаживают ряды деревьев. Предполагается, что за то время, на которое рассчитана работа сооружений, то есть за 25-30 лет, здесь вырастут леса и не нужно будет заново строить пришедшие в ветхость конструкции. Во многих случаях саженцами засаживают и незастроенные склоны. Для этого разработана специальная методика, позволяющая сохранять деревца в условиях схода лавин и сползания снега по склону. В Швейцарии федеральные и кантональные власти берут на себя до 95 % расходов по строительству

противолавинных сооружений при обязательном условии, чтобы в проект были включены меры по восстановлению лесов на склонах.

О масштабах восстановления горных лесов можно судить по таким цифрам: только в Швейцарии за последние 100 лет было высажено 300 миллионов хвойных и лиственных деревьев на площади, превышающей 35 тысяч гектаров. Это огромный труд, так как на крутом склоне почти каждое деревце надо посадить вручную. Тем не менее восстановление леса обходится почти в 10 раз дешевле, чем строительство противолавинных сооружений. Застройка одного гектара снегоудерживающих конструкций обходится в Швейцарии в 500-600 тысяч швейцарских франков в ценах 1970 года, на их содержание ежегодно затрачивается еще 30-40 тысяч франков, а лес, требуя гораздо меньше затрат на посадку и выращивание, затем может приносить даже доход.

Конечно, не от каждой лавины можно избавиться посадкой леса: в том случае, когда зона зарождения лежит выше верхней границы леса, могут помочь только противолавинные сооружения.

Лавинщики и проектировщики подходят к выбору комплекса конструкций и средств при защите объектов от лавин с нестандартными мерками, так как знают, что они не прощают формального решения. Самый надежный подход - комплексный. Есть такие объекты, для защиты которых используется весь арсенал средств - от зонирования территории и прогноза лавин до строительства противолавинных сооружений и посадок леса. Кроме поиска рационального и надежного решения проблемы защиты, лавинщики и проектировщики сейчас пытаются учесть проблему охраны окружающей среды. Для этого подбираются такие сочетания средств защиты и комплексы сооружений, которые наилучшим образом сочетаются с горным ландшафтом, не столько нарушая, сколько восстанавливая то, что когда-то разрушили человек и белая смерть. Пожалуй, правильно будет считать конечной задачей защитных мер восстановление долавинного ландшафта.

### **Лавиноведение - поиск идей**

«Существует по крайней мере внешнее сходство между поисками новых технических идей и поисками счастья: в обоих случаях иногда короче оказывается окольный путь. Известно немало непосредственных, хотя и примитивных, способов достижения счастья. Ими могут быть переселение в лучший дом или всего лишь порция мороженого. Однако в большинстве случаев результаты бывают более ощутимыми, если превыше всего ставится интерес к самому делу, а не к выгодам, которые можно из него извлечь.»

Ч. Таунс. Квантовая электроника и технический прогресс

*Здесь вам не равнина,  
Здесь климат иной -  
Идут лавины одна за одной,  
И за камнепадом ревет камнепад,  
И можно свернуть,  
Обрыв обогнуть,  
Но мы выбираем трудный путь -  
Опасный, как военная тропа.*

В. Высоцкий. Вершина



## **Из истории изучения лавин. Штрихи к портретам**

Возможно, что толчок к изучению лавин, сам того не ведая, дал французский просветитель Жан-Жак Руссо, который в середине XVIII века призывал вернуться "назад - к природе". Он много путешествовал по Швейцарии, работал там и жил, поселил в этой горной стране героев своих произведений. Из душных салонов в стиле рококо Руссо призывал идти в горы, чтобы увидеть их первозданную красоту. Многие последовали этому призыву, и таким образом постепенно зародился и вырос горный туризм. Спустя сто лет, в середине XIX века, в Альпах совершаются первые восхождения на вершины гор. Начинается классический период альпинизма.

### **Из истории изучения лавин**

Туристы и альпинисты всегда были очень любознательными людьми, их воображение поражали мощные ревущие снежные потоки, низвергающиеся с гор. Поэтому они стремились понять причины, порождающие лавины, изучить природу этого стихийного явления. Одним из первых таких исследователей-любителей оказался библиотекарь из немецкого города Бремена Иоганн Коль, который все свое свободное время посвящал путешествиям в горах. Впоследствии он описал их в многотомной книге "Альпийские путешествия", которая вышла в 1849 году. В одном из томов в специальном разделе И. Коль останавливается на лавинах, показывая замечательную осведомленность о многих явлениях, связанных с ними.

Серьезные лавинные исследования были выполнены и в связи с решением практических вопросов защиты от лавин. Еще в 1816 году швейцарский лесовод Карл Кастхофер, обследуя леса в районе Давоса и изучая опыт местных жителей, пришел к выводу о возможности защиты от лавин путем создания системы снегоудерживающих сооружений в зоне зарождения.

Специальные наблюдения за погодой, снегом и лавинами начал инспектор лесов Иоаганн Коац в кантоне Граубюнден, где он работал с 1851 по 1873 год. Свои многолетние исследования он изложил в замечательной книге "Лавины Швейцарских Альп", вышедшей в 1881 году и до сих пор не утратившей интереса, а также использовал в практической работе по защите от снежных обвалов района Мотт-д'Альп. В этот период (середина и конец XIX века), который впоследствии профессор Пауль Ниггли назовет "классическим периодом исследования ледников и лавин в Швейцарии", появляется множество статей о лавинах, написанных главным образом туристами и альпинистами. Но труд И. Коаца остается лучшим из того, что тогда было сделано.

Новый подъем лавинных исследований в Европе начинается только после первой мировой войны, в 20-30-х годах, и связан он первоначально также с работами любителей, а не профессионалов. Самыми известными для этого времени были работы В. Паульке и Дж. Зелигмана. Именно Паульке выявил прослойки "снега-пльивуна" и дал первое объяснение причин их возникновения. Книга же англичанина Дж. Зелигмана "Структура снега и лыжные поля", вышедшая в Лондоне в 1936 году, стала первым классическим произведением о снеге и лавинах на английском языке. В память об этой интересной работе Международное гляциологическое общество учредило награду "Кристалл Зелигмана".

Рост туризма и альпинизма, необходимость защиты дорог и населенных пунктов привели к созданию в Швейцарии в 1932 году правительственной Лавинной комиссии для разработки исследовательской программы по изучению снега и лавин. Комиссия обратилась к профессору Р. Хефели, специалисту в области механики грунтов, с вопросом, нельзя ли применить к снегу те же методы, которые используются для изучения механики грунтов. И вот однажды Хефели заполнил

свою аппаратуру снегом вмести грунта. Три дня интенсивных исследований позволили ему утверждать, что многие принципы изучения свойств грунтов приложимы к снежному покрову. После этого Р. Хефели возглавил небольшую группу исследователей, в которую вошли кристаллограф Х. Бадер и инженер Е. Бухер. Общее научное руководство группой осуществлял известный кристаллограф профессор Пауль Ниггли.

Группа провела множество экспериментов, в том числе на склонах гор в районе Вайсфлуйох, где исследователи жили в небольшой дощатой хижине. Пятилетние исследования завершились в 1938 году двумя важными достижениями: до сих пор сохраняющей важное научное значение книгой "Снег и его метаморфизм" и практическим "Руководство по регулированию лавин в зоне зарождения".

В 1942 году на месте дощатой хижины на Вайсфлуйох на высоте 2700 метров над уровнем моря было завершено строительство Швейцарского федерального института изучения снега и лавин со специальной холодильной камерой, рабочими помещениями, лабораториями. Первым директором института - до 1949 года - был один из пионеров снеголавинных исследований Е. Бухер. Затем более 30 лет, до мая 1980 года, институтом руководил М. де Кервен, которого сейчас сменил профессор Жаккард.

По количеству исследователей институт невелик - в нем постоянно работает всего несколько десятков человек при годовом бюджете более четверти миллиона долларов. В институте собраны специалисты разного профиля, которые решают широкий круг задач, начиная от теоретических исследований основных свойств снега и льда, моделирования лавин и образования града и кончая расчетами противолавинных сооружений и испытанием новых материалов в суровых условиях высокогорья. Институт является центром подготовки кадров лавинщиков высшей квалификации для многих стран мира. В России первые научные исследования лавин были начаты на Кавказе в середине прошлого века в связи с прокладкой дорог через перевалы Главного Кавказского хребта. Энтузиастом этих исследований был талантливый русский инженер Б. Статковский. Он составил первые карты лавинной опасности для перевальных участков хребта и начал строительство противолавинных сооружений на Военно-Грузинской дороге. Следующий толчок для изучения лавин дал проект строительства железной дороги через один из перевалов Кавказа, но в связи с возникшими трудностями, обусловленными сложным рельефом, снегом и лавинами, было решено вести дорогу в обход гор вдоль морского побережья. При строительстве дороги от Черкесска до Сухуми, известной как Военно-Сухумская, строители не учли лавинную опасность. Через два года после ее открытия в 1898 году она перестала действовать, хотя строили ее 15 лет. Вплоть до нашего времени не было ни одной дороги через Главный Кавказский хребет, которая бы действовала круглогодично. Только сейчас, спустя почти сто лет после начала строительства первых дорог, начато строительство Кавказской перевальной дороги, с туннелем под Рокским перевалом, завершение которой намечено "Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года".

Следующий этап лавинных исследований начался уже в советское время, и связан он с работами Тбилисского института сооружений, специалисты которого в самом начале 30-х годов начали изучение снега в горах Кавказа и уже в 1932 году в районе села Верхние Роки применили для изучения свойств снежного покрова ту же методику, которая использовалась при определении механических свойств грунтов. Двумя годами позже исследования лавин были начаты в Хибинах.

В середине 30-х годов сотрудники Тбилисского института сооружений и специалисты треста "Апатит" разрабатывают многие проблемы, в том числе такие, как теория движения лавин, расчет

устойчивости снега на склоне, прогноз лавин, проектирование противолавинных сооружений. Среди них было много выдающихся исследователей снежных обвалов: К. С. Заврибв, Н. М. Гвинчидзе, Г. Г. Саатчан, А. Г. Гофф, Г. Ф. Оттен, И. К. Зеленой, М. И. Анисимов, А. В. Молочников, В. П. Пузанов и другие. Результаты исследований были опубликованы в двух книгах, ставших золотым фондом советской литературы о снеге и лавинах: "Снег и снежные обвалы" (1936 год) и "Снег и снежные обвалы в Хибинах" (1938 год).

В послевоенные годы в науке о снежных обвалах появились новые имена, а лавинными исследованиями наряду с комбинатом "Апатит" занялись новые учреждения - Московский государственный университет и Институт геофизики Академии наук Грузинской ССР. Особенно большой вклад в послевоенный период в науку о лавинах внесли два известных советских исследователя - Георгий Казимирович Тушинский и Георгий Константинович Сулаквелидзе. Они наметили свои направления. Г. К. Тушинский изучал метаморфизм снежного покрова, разрабатывал методы картирования лавинной опасности, развивал географию лавин, а Г. К. Сулаквелидзе исследовал вопросы физики снега, его устойчивость на склоне и динамику лавин.

В 1949 году вышел в свет капитальный труд Г. К. Тушинского "Лавины. Возникновение и защита от них", в котором были подведены итоги всех предыдущих исследований.

В этот же период значительную практическую работу по борьбе с лавинами начинают в Хибинах В. Н. Аккуратов, в горах Средней Азии М. В. Косарев и С. П. Чертанов, на Кавказе - Д. Н. Гонгадзе, Л. К. Папинашвили и В. С. Читадзе.

К середине 50-х годов закончился тот этап исследований, когда работу могли проводить отдельные лица или очень небольшие коллективы. Вырисовывались основные направления дальнейшего развития, которые можно было продолжать только при условии создания сети специализированных станций наблюдений за лавинами в горах. Поэтому в конце 50-х годов руководство исследованиями и работа по созданию сети станции была возложена на Главное управление Гидрометеорологической службы, ныне - Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромет).

Сейчас лавинные исследования в СССР ведет большой коллектив ученых, которые работают в семи лабораториях, расположенных в разных географических районах нашей страны - Сибири, Кольском полуострове, на Кавказе и в Закавказье, в Средней Азии и Москве. В своих исследованиях они опираются на работу большого числа снеголавинных станций, размещенных почти во всех горных областях страны.

Наряду с учреждениями Госкомгидромета в исследованиях принимают участие Академия наук СССР, университеты и высшие учебные заведения, Министерство транспортного строительства. Научное и методическое руководство лавинными исследованиями осуществляет Среднеазиатский региональный научно-исследовательский институт Госкомгидромета.

## **Штрихи к портретам**

Лавинами занимается много интересных людей, с некоторыми из них мне посчастливилось встречаться или вместе работать. О каждом из них стоило бы написать интересную книгу, а в одной главе можно дать только отдельные штрихи к их портретам.

## Георгий Казимирович Тушинский

Г. К. Тушинский был основателем лавиноведения как науки в нашей стране, посвятившим ей всю жизнь.

Сотрудники, ученики и вся молодежь, работавшая под его руководством, между собой звали его "Профессор", не потому, что таким был его научный титул, а потому, что и его внешность, и его обширные знания, и его широкий кругозор-все это полностью соответствовало такому понятию.

В экспедициях его никто не видел небритым. Первым звуком, который раздавался утром в палатке Тушинского, было шипение примуса. Выходил он оттуда всегда свежевыбритым и подтянутым.

Где-нибудь на крутом подъеме, когда рюкзак кажется каменной глыбой, а пот застилает глаза, Георгий Казимирович неожиданно останавливал группу восклицанием: "Какие мы счастливые! Многие едут в горы на отдых, в туристские походы, а мы здесь работаем. Какие мы счастливые!"

Тушинский начал свой путь к лавинам как изыскатель-геодезист и уже в молодости принимал участие в решении проблем освоения горных территорий. Но и его личное увлечение горами и горными лыжами, сохранившееся на всю жизнь, тоже вело его к лавинам. Еще в 1931 году он поднимался на лыжах на седловину Эльбруса. Избранная Георгием Казимировичем специальность геоморфолога, по которой он окончил в 1939 году Московский государственный университет, помогла ему в лавинных исследованиях.

Тушинского можно было встретить в горах Кавказа, в Закавказье, в Хибинах, на Тянь-Шане и Памире, в горах Сахалина, на будущей трассе Байкало-Амурской магистрали. Везде вместе со своими сотрудниками он неутомимо вел борьбу с белой смертью, изучал ее особенности в каждом районе, наносил на карту опасные зоны. Свой богатый опыт и обширные знания Георгий Казимирович изложил во множестве статей и нескольких монографиях, но классической остается его работа "Лавины. Возникновение и защита от них".

Тушинский был постоянно в движении, в труде. Приходя в свой кабинет в МГУ на 19-й этаж, он взгромождал на стол необъятный портфель, укладывал его на бок, и, используя как пюпитр, начинал работу или вел беседы с сотрудниками и аспирантами. Портфель всегда был полон начатых рукописей, которые Георгий Казимирович заканчивал обычно в период своего очередного отпуска. В любой момент он готов был поехать туда, где требовался его совет и помощь.

Курсы лекций, научные исследования, подготовка книг, участие в научных конференциях, проведение зимней практики студентов - на все он находил время и при этом не забрасывал своего любимого вида отдыха - горных лыж.

Георгий Казимирович был знатоком гор. Особенно он любил Приэльбрусье - жемчужину Кавказа. Наверное, не было такого года, чтобы он не побывал там хотя бы один раз. Его именем сейчас названа Лавинная лаборатория МГУ, стоящая на поляне Азау у подножья Эльбруса, инициатором создания которой он был.

Хорошо зная горы и их коварство, Георгий Казимирович всегда требовал от своих сотрудников и коллег соблюдения правил безопасности при работах, особенно в зимних условиях. Он и сам не раз сталкивался с неожиданностями в горах. Как-то в Архызе прямо у его ног рухнул стометровый

снежный мост, подмытый снизу талыми водами,- обрыв образовался в том месте, куда он воткнул свой альпеншток.

Больше всего Георгий Казимирович ненавидел легкомыслие и эгоизм, которые проявляют некоторые люди, впервые попавшие в горы. Для них у него был специальный термин - "потенциальные покойники".

"Прогноз и польза!" - этого добивался Тушинский во всех своих исследованиях. Он неоднократно говорил, что для решения проблемы борьбы со стихийными бедствиями в горах надо выполнить три самых важных задачи: создать научный центр для изучения лавин и других стихийных явлений, развернуть подготовку специалистов по этому профилю в высшей школе и организовать государственную горно-защитную службу. Георгий Казимирович оказался счастливым человеком - все эти задачи при его непосредственном участии были решены.

В 1964 году при географическом факультете МГУ была создана Проблемная лаборатория снежных лавин и селей - научно-методический центр, которым Тушинский руководил до конца жизни. На географическом факультете Георгий Казимирович впервые в нашей стране начал читать курс лекций по инженерной гляциологии, который обеспечивал подготовку специалистов - лавинщиков для нужд народного хозяйства; его ученики сейчас работают по всей стране. Наконец, Георгий Казимирович провел большую научную и организационную работу по подготовке постановления Совета Министров СССР о создании в стране горно-защитной службы.

Тушинский был блестящим педагогом. Он артистически читал лекции, подкрепляя их выразительными и остроумными рисунками на доске и занимательными примерами из жизни. Поэтому на его лекции студенты ходили с удовольствием - там перед ними раскрывались новые стороны географической науки. Сотрудники и коллеги Георгия Казимировича помнят его как справедливого, но требовательного научного руководителя, как ученого, увлеченного разнообразными идеями, как совершенно новыми и иногда парадоксальными, так и старыми, полузабытыми, иногда несправедливо отвергнутыми. А мне Георгий Казимирович запомнился как лыжник в красном свитере с седеющими вьющимися волосами, стоящий на склоне Чегета на фоне двуглавого Эльбруса.

## **Георгий Константинович Сулаквелидзе**

Г. К. Сулаквелидзе известен как крупнейший знаток снежного покрова и лавин своего родного Кавказа.

Судьба свела меня с ним в трудную минуту, и он сразу же, не задумываясь, протянул руку помощи. Так он делает всегда, это часть его сущности - помочь человеку в беде, протянуть дружескую руку.

Война прервала научную работу выпускника Тбилисского государственного университета Гоги Сулаквелидзе. Вместо аспирантуры бывший студент и альпинист оказался в частях Советской Армии у перевала Донгуз-Орун под Эльбрусом. Здесь он как один из знатоков гор обеспечивает военные операции и вплотную сталкивается с коварством лавин, которые потом надолго увлекут его своей таинственностью и неожиданностями.

Когда фашистские егеря были сброшены со склонов Кавказа, Георгий Константинович с отрядом альпинистов уходит к двуглавному Эльбрусу. Вместе с известным альпинистом А. Гусевым он

венчает государственным флагом СССР восточную вершину, а на западной это делает группа альпиниста Гусака.

Отгремели последние залпы войны, и Сулаквелидзе снова возвращается к научной работе, но теперь у него есть объект исследования - снежный покров и лавины Кавказа. Он целиком отдается этому делу, как и всякому, за которое берется.

Невысокого роста, плотный, со щеточкой усов над верхней губой, Сулаквелидзе подвижен и стремителен. Он мог встать на лыжи и в пургу и сильнейший снегопад пробиться через многометровые снега Военно-Грузинской дороги, когда со всех склонов угрожают лавины. Он мог отодвинуть шофера и гнать юркий ГАЗ-69 по такому крутому склону, что, казалось, машина вот-вот завалится на бок. Но во всех случаях за этим стояли отличный глазомер, знание дела и точный расчет без тени риска. Там, где он появлялся, работа начинала бурлить: он никого не подгонял и не понукал, но всех увлекал личным примером и страстностью ученого.

Георгия Константиновича всегда переполняют научные идеи и проекты, он активно поддерживает все новое. Но он никогда не держится за готовые формулировки и гипотезы, если разумными доводами и фактами можно показать их малую плодотворность. Неважно, кто это делает - его коллега, аспирант, вчерашний студент, он далек от каких-то престижных соображений, главное для него - научная истина.

Георгий Константинович доступен, общителен и прост. В горах, на лыжах,- в старенькой штормовке, за рулем газика - в ковбойке, однажды он даже был задержан милицией как подозрительное лицо. Конфликт, разумеется, был быстро улажен.

Длительное время Георгий Константинович возглавляет Эльбрусскую экспедицию Института прикладной геофизики Академии наук СССР. Он создает первую научную станцию на Кавказе для наблюдений за снегом и лавинами. Сотрудники экспедиции ведут работу во многих районах Кавказа, но особое внимание уделяется важной транспортной магистрали - Военно-Грузинской дороге и Приэльбрусью, будущему месту зимнего отдыха. Параллельно Эльбрусская экспедиция решает и другую важную задачу - разрабатывает методы борьбы с градом. У этих двух проблем есть что-то общее, недаром и Швейцарский институт изучения снега и лавин тоже бьется над этой задачей.

Георгия Константиновича отличают широкий научный кругозор и умение заглянуть далеко вперед. Он прекрасно понимал, что геофизические процессы в горах имеют свою специфику, которую очень важно изучать в такой стране, как наша, где пятую часть территории занимают горы. Поэтому по его инициативе на основе Эльбрусской экспедиции в Нальчике, столице Кабардино-Балкарии, был основан Высокогорный геофизический институт. Сейчас это одно из ведущих научных учреждений Госкомгидромета, в тематике исследований которого значительное место занимают снег и лавины. Руководит институтом один из учеников Георгия Константиновича - Михаил Чоккаевич Залиханов.

Сейчас профессор Сулаквелидзе руководит кафедрой климатологии и океанологии в Тбилисском государственном университете. Но не реже раза в год он садится в свою старенькую машину и мчится через Главный Кавказский хребет повидать свое детище в Нальчике. Меня уверяют, что и сейчас нет такого шофера, который мог бы быстрее Георгия Константиновича добраться по горным дорогам из Тбилиси в Нальчик, не зря он не однажды прошел по ним в солдатских сапогах и на лыжах.

## Василий Никанорович Аккуратов

Передо мной лежит старое письмо. Это первый контакт с "барсом Хибин" - Василием Никаноровичем Аккуратовым.

Аккуратов появился в Кировске еще до войны, в период освоения апатитовых месторождений. Начиная свой трудовой путь как директор детской спортивной школы. Но потребовался наблюдатель на зимовку для вновь созданной в 1936 году метеостанции на горе Юкспор, и он идет туда по заданию горкома комсомола. Работа на станции и стала первым университетом для Аккуратова, но война прервала наблюдения.

Центральный фронт, потом Первый Украинский, потом затяжная тяжелая болезнь и длительное безнадежное лечение. Но Василий Никанорович, махнув на все рукой, снова возвращается в Хибины, к снегу и лавинам, и вскоре возглавляет лавинную службу комбината "Апатит", которую затем переименовывают в цех противолавинной защиты. Поле деятельности цеха - заснеженные склоны гор; метод работы - наблюдения, прогноз, обстрел из минометов, определение границ лавиноопасных зон; права - огромные: цех может закрыть любую территорию для доступа людей или прекратить производственную работу на любом участке предприятия, час простоя которого обходится в десятки тысяч рублей. Вся ответственность лежит на начальнике цеха.

Василий Никанорович стал выдающимся лавинщиком - практиком, но из его практической деятельности выростали и важные теоретические выводы. Он тот человек, говоря о котором чаще всего приходится применять слово "впервые". Он первым обосновал прогноз лавин, опирающийся на измерение величины метелевого переноса. Он впервые предложил классифицировать лавины по генетическому принципу. Он впервые высказал гипотезу о возможности возникновения лавин в результате температурного сжатия снега. Он первым предложил способ полуэмпирического расчета дальности выброса лавин. Он первым подчеркнул тот важный факт, что при прогнозе лавин одинаково важно не только предсказать начало периода лавинной опасности, но и определить его окончание. Этим не исчерпываются все "впервые" Аккуратова.

Василий Никанорович, сохраняя верность лучшим традициям первых исследователей лавин в Хибинах, превратил сугубо практическое учреждение - цех крупнейшего горнодобывающего предприятия - в место, где широким фронтом ведутся научные исследования и создаются новые научные направления. Он сумел показать руководству комбината, что нет ничего практичнее добротных научных разработок, когда они осуществляются в тесном сотрудничестве между исследователями и практиками. На территории цеха - лавиноопасных склонах рука об руку с лавинщиками комбината работают сотрудники Московского государственного университета, Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта, Академии наук СССР.

Учитывая большие научные заслуги В. Н. Аккуратова, Высшая аттестационная комиссия разрешила ему защиту кандидатской диссертации при отсутствии диплома о высшем образовании. Защита прошла блестяще, так как для всех лавинщиков Василий Никанорович был и остается крупнейшим специалистом в вопросах о снеге и лавинах.

Мы редко оглядываемся назад, хотя делать это время от времени необходимо. Ретроспективный взгляд помогает оценить пройденный путь. И вот, оглядываясь назад, везде на пути развития науки о лавинах я вижу вехи, расставленные Василием Никаноровичем Аккуратовым.

## **Михаил Вячеславович Косарев и Сергей Петрович Чертанов**

В середине 50-х годов в горах Средней Азии развертывалось строительство крупных горнодобывающих предприятий, прокладывались дороги и туннели, сооружались ирригационные системы и гидроэлектростанции. Во многих случаях нужны были консультации специалистов, которые не только разбирались бы в лавинных проблемах, но и хорошо знали особенности снежных обвалов гор на юге нашей страны. И такие специалисты были в Узбекском управлении гидрометеорологической службы.

Быстрый, порывистый, очень эмоциональный Косарев и спокойный, рассудительный, уравновешенный, с железной самодисциплиной Чертанов - они дополняли друг друга. Эти два человека много сделали для развития сети горных метеостанций, снегомерных и гляциологических наблюдений в Средней Азии. Они были первыми исследователями лавин в этом обширном районе и руководителями первых снеголавинных станций Гидрометеорологической службы.

Михаил Вячеславович Косарев был одним из организаторов снегомерной сети в горах Средней Азии. Она создавалась для выявления запасов воды, хранящихся в горных снегах, которые весной и летом во время таяния поят драгоценной влагой хлопковые поля среднеазиатских равнин. По горным тропам зимой шли отряды снегомерщиков, которые через равные расстояния на дне долин измеряли запасы воды в снежном покрове, служившие основой для прогноза стока рек весной и летом. У Косарева были свои оригинальные идеи, нацеленные на уменьшение трудоемкости очень тяжелых снегомерных работ в горах. Он пытался найти особое место в долине, которое, как он предполагал, отражает условия накопления на всей территории этой долины; пытался найти своего рода "золотую снегомерную середину", что позволило бы вместо продолжительных и опасных хождений по глубокому снегу и множества измерений делать это только один раз в одном месте.

Снегосъемки были связаны с опасностью угодить под лавину, поэтому снегомерщики попутно вели наблюдения за лавинами. Все это помогло Михаилу Вячеславовичу близко познакомиться с особенностями лавин в горах Средней Азии, изучить их характер, разобраться в условиях зарождения и использовать этот опыт при консультации проектов, где требовались знания лавинщика - профессионала.

Когда в 1960 году в Среднеазиатском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте была организована снеголавинная лаборатория, место ее руководителя было предложено Косареву. Это была первая научная лаборатория по исследованию лавин в нашей стране.

Михаил Вячеславович высказал много новых идей, особенно в связи с методикой наблюдений за лавинами. В частности, он считал одной из самых важных задач составление программы наблюдений на снеголавинных станциях с целью получения данных, необходимых для разработки методов прогноза лавин.

Михаил Вячеславович безвременно ушел из жизни, не успев осуществить и десятой доли своих планов, но многие его идеи и программа наблюдений для снеголавинных станций впоследствии вошли в "Руководство по снеголавинным работам" Госкомгидромета.



Сергей Петрович Чертанов вместе с Косаревым консультировал лавинную часть многих проектов строительства в горах Средней Азии. Еще в молодости, в далекие тридцатые годы, он принимал участие в исследованиях по программе Второго международного полярного года, а затем пять лет зимовал на самой высокогорной в нашей стране метеорологической станции на леднике Федченко, которая стоит на высоте 4200 метров над уровнем моря. Ее окружал мир льда, снега и лавин, и именно здесь Сергей Петрович приобрел первый неоценимый опыт, который продолжал затем накапливать во время многочисленных экспедиций и зимовок в горах. Поэтому руководство одной из первых снеголавинных станций в долине реки Кзылча было поручено именно Чертанову. Кзылча не была обычной метеостанцией, это была станция с научным уклоном, на которой проверялись методики и гипотезы исследователей: именно поэтому ей и был придан лавинный уклон, когда в том возникла необходимость.

Сергею Петровичу в это время было уже за пятьдесят, но энергия, умение работать, большая требовательность, увлеченность своим делом, любовь к горам помогали ему легко переносить тяготы зимовок, четко организовывать работу коллектива станции. Здесь, на станции, Чертанов передавал свой опыт и знания молодым начинающим лавинщикам, только что пришедшим на работу а гидрометслужбу со скамей высших учебных заведений и техникумов и не знавшим о лавинах практически ничего: в то время ни в одном из учебных курсов о грозном явлении природы - лавинах - даже не упоминалось.

Когда в 1960 году на строительстве дороги и туннеля под перевалом Саланг в Гиндукуше потребовалось организовать снеголавинные наблюдения, в Афганистан был направлен именно Сергей Петрович. За три года работы он основал снеголавинную станцию, обеспечил безопасное движение транспорта и подготовил несколько лавинщиков из числа местных жителей - афганцев.

Чертанов и сейчас работает в Узбекистане, являясь старейшим лавинщиком Средней Азии.

## **Марсель де Кервен**

Когда вторая мировая война в Европе была в самом разгаре, в маленькой нейтральной Швейцарии было завершено строительство Швейцарского федерального института изучения снега и лавин. 15 апреля 1983 года институту исполняется сорок лет. Из них тридцать - с 1950 по 1980-й - им руководил известный швейцарский гляциолог и лавинщик Марсель де Кервен.

Среднего роста, со стального оттенка седеющими волосами, выразительными выпуклыми серо-голубыми глазами и лучезарной улыбкой на загорелом лице - таким я увидел его впервые в 1965 году, когда по его инициативе собрались лавинщики всего мира для обсуждения волнующих их проблем.

Де Кервен привлекает многими своими качествами, но в особенности манерой вести научную дискуссию - мягко, аргументировано, дипломатично, но настойчиво он защищает свою точку зрения. При этом он легко переходит с немецкого на французский, что весьма обычно для образованного швейцарца, и в то же время может продолжать обсуждение на прекрасном английском языке, что тоже неудивительно для исследователей из этой небольшой альпийской страны. Но этим не исчерпывается перечень его языковых познаний. И все же главное достоинство де Кервена в научных дискуссиях не знание языков, а глубокое понимание предмета.

Марсель де Кервен разрабатывал многие проблемы лавиноведения. Широко известны его исследования метаморфизма снежного покрова. Он много занимался классификациями лавин и

задачей создания единого языка для описания этого явления и в конце концов совместно с Хефели подготовил первый вариант морфологической классификации, который был взят за основу при разработке Международной морфологической классификации лавин. Ему приходилось много заниматься практическими вопросами борьбы с лавинами, в частности, разрабатывать швейцарскую систему разграничения территории по степени лавинной опасности. Нельзя не упомянуть о том, что он внес большой вклад в изучение Гренландского ледникового покрова как один из участников неоднократных международных гляциологических экспедиций на этот самый большой оледенелый остров. Но особенно велики заслуги Марселя де Кервена как ученого-организатора.

Швейцарский федеральный институт изучения снега и лавин теперь пользуется мировой известностью и усилиями де Кервена стал исследовательским центром, привлекающим лавинщиков из многих стран мира. Они приезжают сюда, как правило, на годовую стажировку и под руководством и при консультации опытных швейцарских лавинщиков проводят интересные научные наблюдения, приобретают навыки наблюдений за лавинами, знакомятся с опытом их прогнозирования и методами борьбы с ними.

Под руководством де Кервена завершены такие важные работы, как составление кадастра лавин и карт лавинной опасности, организация сети станций и системы прогнозирования лавин, постройка искусственного лотка для спуска лавин и разработка разнообразной аппаратуры для изучения снега и лавин, подготовка методики зонирования лавиноопасных территорий и норм для проектирования противолавинных сооружений и многое другое. Многочисленные исследования и разработки института публикуются в ежегодных трудах и в виде многочисленных статей в научных журналах.

Не менее важна и обширна международная деятельность Марселя де Кервена, где он проявляет незаурядную энергию и такт. Он был одним из организаторов первой международной научной конференции лавинщиков всего мира. Им была создана международная рабочая группа, которая подготовила морфологическую классификацию лавин и при поддержке ЮНЕСКО "Атлас лавин". Одним из последних крупных международных мероприятий, проведенных при непосредственном участии де Кервена, было сравнение способов определения границ лавиноопасных зон, которые используются в разных странах.

Марсель де Кервен всегда с увлечением рассказывает об Альпах, которые он знает прекрасно, - все их замечательные уголки, историю, особенности и достопримечательности. В институте с любовью собирают и тщательно хранят замечательную коллекцию фотографий зимних явлений в Альпах - снега во всех его проявлениях и лавин. Фотографии выполнены на высочайшем художественном уровне и могли бы украсить любую выставку.

Заслуги Марселя де Кервена были высоко оценены гляциологами всего мира, которые неоднократно избирал его президентом и в совет Международного гляциологического общества. "Я уйду на пенсию по возрасту,- пишет он в одном из писем.- Теперь директором института будет профессор Жаккард". Но мне понятно, что на пенсию уходит только администратор, но остается ученый - лавинщик с мировым именем - Марсель де Кервен.

## **Бруно Зальм**

Он был молодым сотрудником Швейцарского федерального института изучения снега и лавин, когда я познакомился с ним. Его основная специальность - гидравлика и гидротехника, но свои знания в этих областях он решил приложить к изучению снега и лавин и с 1960 года стал сотрудником института на Вайсфлуйох.

Ныне Зальм - уже хорошо известный специалист в области механики снега и лавин, который продолжает развитие этих направлений в лучших традициях швейцарской школы лавиноведения. Он провел множество экспериментов в естественных условиях на склонах гор и на установке искусственного спуска лавин. Они послужили базой для разработки методов расчета динамических характеристик лавин, исследования многих вопросов механики снега и способов расчета противолавинных сооружений. Сейчас Бруно возглавляет Секцию механики снега и борьбы с лавинами, а также руководит службой документации института.

Бруно - человек с широким кругозором и разносторонними интересами; во время отдыха, в застольной беседе он всегда весел, неутомим на выдумки и шутки. Он обожает горные лыжи: утром Бруно поднимается на фуникулере из Давоса в институт на Вайсфлуйох, а вечером на лыжах спускается домой по замечательным снежным трассам.

Бруно очень просто и доходчиво разъясняет во время доклада или лекции сложные вопросы механики снега и динамики лавин. Только иногда он останавливается на мгновение, вспоминая ускользающий английский термин. Хотя он и является математиком по образованию и складу ума, горы не остаются для него простым трехмерным пространством; в хаосе нагромождений он слышит музыку своего любимого композитора - Баха. Сам Бруно неплохой пианист.

Если вы побываете в гостях у швейцарца, то не удивляйтесь, наткнувшись вдруг где-нибудь на кухне или в кладовке на армейский автомат или даже пулемет, каску и униформу. Швейцарцы, как и везде, проходят срочную военную службу, но, в отличие от других стран, офицеры здесь, уйдя в запас, в соответствии с уставом хранят свое оружие дома. Бруно Зальм - капитан швейцарской армии, он прикомандирован к ее лавинной службе. Учения, которые регулярно проводит армия, дают ему возможность пополнить свой опыт борьбы с лавинами. При национальных лавинных катастрофах швейцарская армия принимает самое активное участие в спасательных операциях. Бруно считает, что это наилучший способ использования армии.

## **Монтгомери Отуотер**

Монтгомери Отуотер был первым лавинщиком Нового света, он же был там и лавинщиком № 1.

После демобилизации из армии, где он служил в Десятой горной дивизии, Отуотер совершенно случайно становится в 1945 году служащим Лесной службы США в Альте, где к тому времени существовала одна из немногих тогда баз для горнолыжников. Ему поручили борьбу с лавинами. В то время, как признается сам Отуотер, он умел только писать и кататься на лыжах.

Начав практически с нуля, Монтгомери Отуотер завоевал славу родоначальника службы наблюдений, прогноза и защиты от лавин в Соединенных Штатах. У него было настоящее лавинное чутье и свой особый взгляд на многие сложные вопросы, связанные со снегом и лавинами. Позднее его деятельность распространилась на весь Американский континент - в качестве консультанта по лавинам он работал и в Канаде, и в Чили.

Блестящий лавинщик - практик, Монтгомери Отуотер немало сделал и для теории. Ему принадлежит разработка прогноза методом критических ситуаций, независимо от подобных разработок в СССР. Он ввел ряд новых понятий и характеристик в науку о лавинах. Им было создано первое в Соединенных Штатах "Руководство по лавинам".

А началась его деятельность, как он пишет, в тяжелых условиях: "Моя работа не встречала абсолютно никакой поддержки. Предприниматели находились здесь, чтобы делать деньги, лыжники - чтобы кататься на лыжах. И те, и другие негодовали на власть какого-то бюрократа, который мог закрыть район, едва ему показалось, что там возникла опасность". Однажды обозленные владельцы подъемников и лыжники чуть было не прогнали Отуотера с базы.

Но это был, так сказать, "внешний враг", выступавший с открытым забралом. Был еще и "внутренний" - бюрократы из руководства Лесной службы и отсутствие какого-либо оборудования и денег для исследований. Монтгомери Отуотер преодолел все эти препятствия, и сейчас снежные патрули в Соединенных Штатах имеют непререкаемый авторитет, прекрасно оснащены и ведут исследования с применением новейшей техники.

Со временем авторитет Отуотера так возрос, что ему была поручена защита от лавин Восьмых олимпийских зимних игр в Скво-Вэлли в 1960 году. Проведя большую подготовительную работу, он обеспечил замечательный результат - ни один человек или сооружение не стали жертвой лавины. Но после того, как игры окончились, один из официальных представителей заявил Отуотеру: "Так что мы в конце концов вовсе и не нуждались в вас, лавинщиках. Ни одной лавины не было". На самом же деле в районе соревнований за время игр сошло 137 лавин, в основном спущенных искусственно. Заявление этого деятеля надо рассматривать как высшую похвалу работе лавинщиков в Скво-Вэлли.

Так же блестяще Монтгомери Отуотер справился с защитой от лавин 36-го чемпионата мира по горнолыжному спорту в Портильо (Чили) в 1966 году.

Свою работу по изучению лавин и борьбе с ними Отуотер впоследствии описал в увлекательной книге "Охотники за лавинами", которая вышла в русском переводе в 1972 году, а в 1980 году была переиздана.

Преодолев много трудностей, победив бюрократов и недоверие к своей работе, Отуотер не смог победить самого себя: он умер где-то в Калифорнии от алкоголизма, забытый людьми, брошенный любимой женщиной, уйдя от снега и лавин.

## **Рональд Перла**

Иногда встречаются такие люди, которые привлекают вас при первом же знакомстве с ними своей добротой, приветливостью, дружелюбием, мягкостью. Кажется, что с этим человеком ты знаком уже давным-давно, просто некоторое время вы не виделись. К такой категории людей как раз и относится Рональд Перла. Сначала в нем видишь типичного американца - эдакого добродушного, веселого парня, но потом убеждаешься, что он как раз и не типичен для американца - не стремится быть впереди, скромно, отвергает стяжательство. Может быть, поэтому Рональд уехал из Соединенных Штатов и теперь живет и работает в Канаде.

Рои Перла относится к тому поколению американских лавинщиков, о которых М. Отуотер писал: "Это были охотники за лавинами третьего поколения, выпускники школ снега и лавин, основанных при мне в Альте и Скво-Вэлли. Они были молоды, упорны, энергичны".

Много занимаясь исследованиями снега и лавин в Скалистых горах сначала в Соединенных Штатах, а затем в Канаде, Рональд тщательно изучил их особенности и стал одним из крупнейших специалистов в этой области, и в частности в проблеме, связанной со спасательными работами. Поэтому, когда Лесная служба США начала подготовку к выпуску третьего издания "Руководства по лавинам" - своего рода маленькой энциклопедии, посвященной лавиноведению, то к этой работе в качестве одного из авторов был привлечен именно Рональд Перла.

"Руководство" написано исключительно ясным и простым языком, в котором чувствуется тон и слог Рона. Именно так, всегда предельно точно и в то же время просто, он объясняет весьма сложные физические явления, которые происходят в снежном покрове.

Познакомился я с Рональдом Перла в 1973 году в Швейцарии, куда он приехал вместе с женой на научную конференцию и привлек внимание многих не только интересным докладом, но и своим обаянием. В начале 1978 года мы встретились снова в маленьком горном селении Манали в сердце Гималаев, где вместе с Бруно Зальмом были консультантами на учебном семинаре для лавинщиков из стран Центральной Азии. Встретил он меня исключительно сердечно. В маленькой холодной гостинице, продуваемой всеми ветрами, за обеденным столом при слабо мигающей электрической лампочке, а чаще при свече, Рон создавал атмосферу уюта, доброжелательности и юмора. Одной из постоянных мишеней для его острот была известная западногерманская авиакомпания "Люфтганза", которая где-то на пути из Монреаля в Дели потеряла багаж Рона с оборудованием для изучения снега и лавин. Мы вместе сочиняли шуточное письмо в главную дирекцию компании с обещанием разных моральных издержек, если багаж не будет найден и возвращен его законному владельцу.

Рональд очень любит горы - это у него, видимо, в крови, потому что, хотя он родился в Соединенных Штатах, в его жилах течет кровь горца, так как его отец был абхазец, которого неведомые ветры когда-то занесли за океан. Может быть, и сейчас в Абхазии есть люди, носящие фамилию Перла или похожую на нее, так как более чем полувековая американизация наверняка наложила свой отпечаток на ее звучание.

Рональд изучал русский язык и неплохо его понимает, читает работы советских авторов, но по-русски говорит с большим трудом. Он все время мечтал попасть в Абхазию, но, проехав в 1972 году по Военно-Грузинской дороге, на родину своих предков так и не попал.

В последний раз мы виделись с ним в Москве. Рон возвращался из Индии самолетом Аэрофлота через Ташкент, Тбилиси и Москву. В Москве он пробыл недолго. Встретились мы у нашего общего знакомого, а затем ненадолго заехали ко мне. Я хотел познакомить его со своей семьей. И вот наступила минута расставания. Рон стоял у окна и задумчиво смотрел на огни ночной Москвы. В стекле отражались черная борода лопатой и добрые темные глаза. Где-то далеко остались Гималаи и Кавказ, впереди его ждали Скалистые горы.

## **Христо Пеев**

Специалистов - лавинщиков в высших учебных заведениях нашей страны начали готовить совсем недавно. Старшее поколение лавинщиков - это люди разнообразных профессий и разной подготовки, которые зачастую начали заниматься лавинами неожиданно для самих себя. Во многих странах такое положение сохраняется до сих пор. Лавинщиками становятся учителя, бывшие солдаты, историки, географы и физики. Но даже на таком фоне необычна судьба болгарского лавинщика Христо Пеева.

Родился Христо в черноморском городе Варна. У мальчика оказался отличный музыкальный слух. Казалось бы, дорога у него ясная - путь профессионального музыканта был ему открыт. И он действительно стал замечательным музыкантом. Христо Пеев играет на виолончели в оркестре знаменитой Болгарской оперы. Вместе с оркестром он объехал весь мир. Но у молодого музыканта были и другие увлечения.

Христо влекут горы, он становится заядлым туристом и альпинистом. Летом и зимой он отправляется в родные горы. Рила, Пирин и другие горные массивы Болгарии привлекают своей красотой, щедрыми красками. Христо неоднократно посещает и Альпы. Горы увлекают его все больше и больше, и не просто горы, а зимние горы с их впечатляющим и грозным чудом-лавинами.

В Болгарии появляются первые научные статьи Христо Пеева о лавинах в горах Болгарии, о их воздействии на горные ландшафты. Его работы публикуют в Австрии, ФРГ, Советском Союзе, переводят в Японии. Так в Болгарии появился первый и пока единственный лавинщик и перестал существовать виолончелист, хотя музыку Христо, конечно, не забросил.

Пеев переходит на работу в Академию наук Болгарии, консультирует строительные организации и лесоводов, участвует во многих международных научных конференциях, посвященных изучению лавин, пишет научные статьи и книги. Мы познакомились на одной из таких конференций.

Христо оказался очень дружелюбным человеком, очень жизнерадостным, ценящим юмор и добрую шутку. Он неплохо говорил по-немецки, а по-русски, как он подчеркивал сам, "с грузинским акцентом". Мы быстро подружились и потом неоднократно встречались и все время переписывались. Читать его письма было одно удовольствие, столько там было неожиданных сравнений и юмора. Наша дружба продолжалась почти 15 лет - до кончины Христо.

Жена Христо, Тамара Захарьевна, прислала мне его экслибрис, на котором изображены лавина, горы, снежинка и ноты, и написала: "Его интересы здесь хорошо отображены. Конечно, не хватает еще футбола и хоккея с шайбой. Очень он болел за них. Вообще был очень талантлив и с многосторонними интересами. С ним не было скучно жить". Лучше о Христо Пееве не скажешь.

## **Вместо заключения**

Все научные исследования проходят по крайней мере через три этапа. Первый этап - это период полной неопределенности, когда пытаются решить, казалось бы, неразрешимую головоломку: в чего начать, как подступиться к проблеме, какими методами ее надо изучать? В науке о лавинах эта головоломка была разгадана в первой половине нашего века. В этот период было осознано, что лавины - это продукт горного ландшафта, непрерывно меняющихся условий погоды и также непрерывно меняющихся под влиянием этой погоды процессов в снежном покрове; что для изучения лавин необходимо применять весь арсенал средств, используемых в науках о Земле, начиная от обычного учета и составления кадастра явления и до построения его математических моделей.

Затем в научных исследованиях часто наступает новый этап - головокружения от успехов, этап, когда кажется, что многое уже решено и все проблемы более или менее ясны. Этот этап в науке о лавинах подходит к концу.

Сделано действительно очень много. Известны процессы, происходящие в снежном покрове и подготавливающие исподволь таинство рождения лавин. Разработаны методы прогноза времени

наступления лавинной опасности. Есть целый спектр моделей, описывающих движение лавинного тела, теперь больше известно о таком явлении, как "воздушная волна" лавины. Составлены обзорные карты лавинной опасности и кадастры лавин. Усовершенствована техника спасательных работ. Выработаны разнообразные приемы регулирования лавин и борьбы с лавинной опасностью. Но вот теперь-то и стало ясно, что сделаны еще только первые шаги и дальнейшее продвижение вперед будет связано с более глубоким изучением проблемы и, конечно, с большими затратами.

Наука о лавинах вплотную приблизилась к третьему этапу. Настало время решить проблему определения физико-механических свойств снежного покрова, разработав для этого специально предназначенные для снега методику и приборы. Пора переходить к созданию методов прогноза лавин в каждом лавиносборе. Очевидно, что необходима такая разработка моделей движения и удара лавинного тела, которая позволила бы при расчетах противолавинных сооружений не прибегать к сложным и длительным изысканиям и резко уменьшить коэффициент "запаса прочности". Уже пора заняться выявлением внутрилавинных процессов и явлений на экспериментальном уровне.

Можно долго перечислять все сложные научные задачи, которые вырисовываются перед исследователями лавин. Но этот длинный список не пугает лавинщиков, скорее наоборот, обнадеживает, так как на этом этапе предельно ясно, что необходимо изучать, или, образно выражаясь, где "копать шурф". А очередность задач, приоритет той или иной проблемы подскажет жизнь.

Копать "научный шурф" тяжело, а в горах - тяжелее вдвойне, но энтузиастов лавинных исследований становится все больше. Сейчас в науку о лавинах пришло третье поколение послевоенных лавинщиков. Они имеют хорошую физико-математическую и географическую подготовку, опираются на уже довольно обширную литературу о снеге и лавинах, к их услугам развитая сеть снеголавинных станций Госкомгидромета, наконец они могут учесть опыт старшего поколения лавинщиков. В руках этой молодежи-будущее науки о лавинах.