

*В. Н. Виноградов, Я. Д. Муравьев, Р. Ш. Шайхутдинов*

## **ЛАВИННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА о. РАТМАНОВА**

Остров Ратманова в группе о-вов Диомида находится в северной части Берингова пролива. Этот участок суши представляет пологоволнистое плато, приподнятое над океаном на 100—250 м, с крутыми обрывающимися склонами. Наибольшая длина острова

с севера на юг равна 8 км, средняя ширина — 5 км и площадь более 28 км<sup>2</sup>.

Климатические условия на острове суровые, арктические, но несколько смягченные близостью моря. В этот район часто вторгаются циклоны из Берингова моря, приносящие потепление и осадки. Годовые суммы осадков (за 1979—1983 гг.) изменяются от 200 до 600 мм, составляя в среднем 376 мм. Из них 50—55 % выпадает в жидком виде в основном в августе—ноябре. Средняя годовая температура воздуха на станции о. Ратманова равна  $-5,7^{\circ}\text{C}$ . Самый холодный месяц — февраль ( $-17,1^{\circ}\text{C}$ ), самый теплый — июль ( $7,2^{\circ}\text{C}$ ). Средняя суточная температура воздуха зимой часто понижается до  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже, но при глубоких циклонах в декабре—январе отмечались и оттепели с температурой воздуха до  $4^{\circ}\text{C}$ , сопровождаемые жидкими осадками. Такие температурные контрасты очень влияют на трансформацию снежной толщи и важны в прогностическом отношении для определения параметров устойчивости снежного покрова на склоне. На снежности зим существенно сказывается время прохождения над островом основных влагонесущих циклонов, т. е. выпадает тем большее количество твердых осадков, чем позднее они приходят осенью — смещаются с сентября—октября на ноябрь—декабрь.

Над островом развита постоянная ветровая деятельность. В течение года преобладают ветры северных направлений, вторыми по повторяемости являются ветры южных румбов. Активный ветровой режим и сглаженный рельеф поверхности плато благоприятствуют процессам перераспределения снега. В зимний период число дней с метелями может превышать 80 сут при средней повторяемости 50—60 сут за сезон. В результате значительные массы снега переоткладываются к бровкам склонов плато, формируя длинные и мощные карнизы — источник снежных обвалов(лавины).

Снежные лавины на о. Ратманова отмечались неоднократно. Зафиксированные случаи схода лавин относятся к 500-метровому участку северного побережья острова. Бровка обрыва плато возвышается над подножием склона на 50—60 м. Крутизна прилегающей к перегибу части плато (ближайшие 10—20 м) составляет около  $19^{\circ}$ , верхней половины склона —  $48^{\circ}$  и к подножию уменьшается до  $22^{\circ}$  (рис. 1). Поверхность лавиноопасного склона сложена крупнообломочным материалом, выходящим на поверхность в нижней половине этого склона.

Исходя из собранных данных о датах схода снежных лавин и анализа метеорологической обстановки в предлавиный период, выделяются два периода лавиноопасных ситуаций на острове: зимние лавины, образующиеся при обвалах снежного карниза во время оттепелей или достижения критических нагрузок в снежной толще на склоне (декабрь—март), и весенне-летние, мокрые лавины, наблюдающиеся во время интенсивного снеготаяния, сопровождаемого выпадением жидких осадков (май — начало июня).

Образование лавин в зимний период зависит от снежности года и повторяемости ветров южных направлений, приводящих к росту снежного карниза над северными склонами плато. Так,

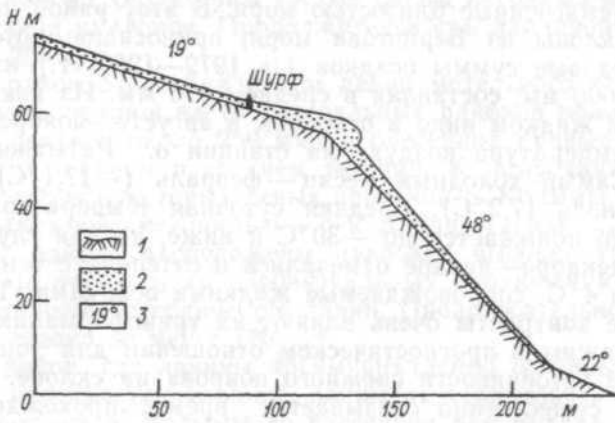


Рис. 1. Профиль склона лавиноопасного участка на северном побережье о. Ратманова.

1 — коренной склон без снежной нагрузки, 2 — распределение снежного покрова по профилю, 3 — средний угол наклона поверхности.

за ноябрь 1983 г. — январь 1984 г. на острове выпало 251 мм твердых осадков, что является максимальным за последние 5 лет наблюдений. Кроме того, в декабре — январе преобладали ветры

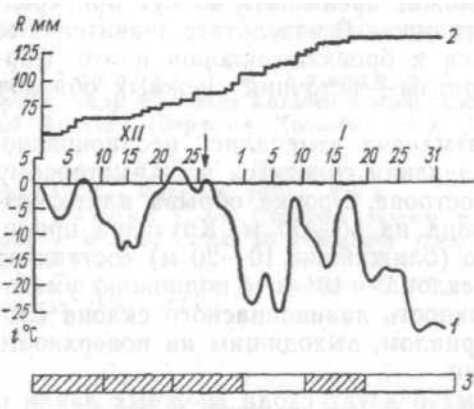


Рис. 2. Ход метеорологических элементов в период лавинной опасности на о. Ратманова, декабрь — январь 1983-84 г.

1 — средняя суточная температура воздуха, 2 — аккумулятивная кривая выпадающих осадков, 3 — повторяемость ветров южных направлений. Стрелкой отмечена дата схода лавины.

с юга (четыре декады из шести) (рис. 2). Эти две причины привели к формированию мощного снежного надува вдоль всего 500-метрового участка края плато. Вторжение глубокого циклона с юга, сопровождавшееся оттепелью и дождем, вызвало ослабление прочностных характеристик снежного покрова на склоне и частичное обрушение карниза в виде небольших лавин объемом до 200—300 м<sup>3</sup>.

В начале февраля 1984 г. на участке плато, прилегающем к лавиноопасному склону, проведена снегосъемка по треугольнику со сторонами 300 м и промерными точками через 20 м. Высота снежного покрова изменялась от 10 см в местах надувов до 3,5—4,0 м на бровке плато. Средняя толщина снежного покрова составляла 0,5 м. Максимальная толщина снежного карниза в трех—пяти метрах от края обрыва достигала 7 м. В 10 м ниже по склону надув обрывался двухметровым уступом. К середине склона высота снежного покрова уменьшалась до 1 м. Стратигра-

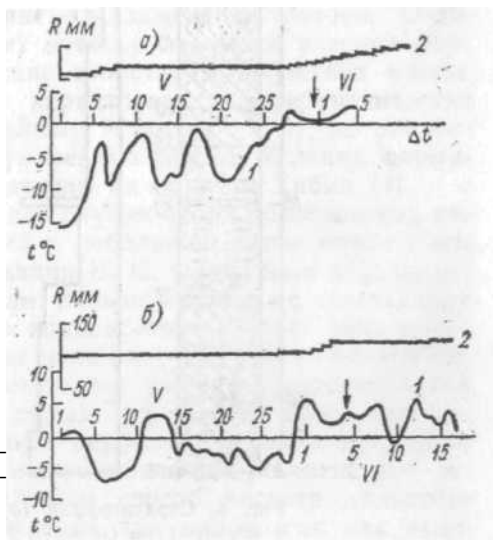


Рис. 3. Ход метеорологических элементов в периоды схода весенне-летних лавин 1982 (а) и 1983 г. (б).

Усл. обозначения см. на рис. 2.

фия и физико-механические характеристики снежной толщи изучались в шурфе, заложенном на краю плато. Глубина шурфа 118 см. На его дне вскрывается мерзлый грунт с травянисто-лишайниковой растительностью. Выделяется несколько горизонтов снега, отличающегося по условиям накопления (рис. 4). Так, верхние горизонты сложены плотным мелкозернистым снегом с ясно видимыми в разрезе элементами ветрового уплотнения. На глубине 49—50 см лежит ледяная корка, образовавшаяся во время оттепели в конце декабря 1983 г. Ниже опять залегает мелкозернистый снег, но уже переработанный процессами метаморфизма. Плотность снега постепенно нарастает вниз по разрезу. Горизонт глубинной изморози отсутствует. Интересен температурный профиль в шурфе, на котором четко виден перегиб, маркирующий ледяную корку. В верхней половине профиля температурный градиент очень большой ( $26^{\circ}\text{C}/\text{м}$ ), в то время как ниже ледяного прося он вдвое меньше. При устойчиво низких температурах в феврале—марте ниже этого горизонта мог сформироваться мощный прослой глубинной изморози и был возможен сход лавин сублимационного диафтореза. В пользу этого предположения свидетельствуют и значения прочности снега, которые в горизонте 50—73 см

составляют 15—30 кг, в то время как в других горизонтах таранное сопротивление составило 50—150 кг.

В морфологии поверхности лавиноопасного склона выделяются два участка — западный и восточный, на которых лавины могут формироваться независимо друг от друга. По состоянию на начало

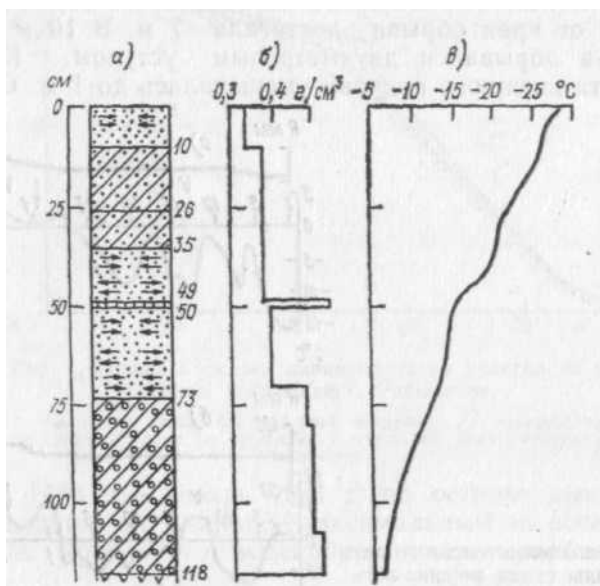


Рис. 4. Стратиграфия (а), объемный вес (б) и температура снежной толщи (в) на восточном лавинном участке, 1/II 1984 г.

1 — мелкозернистый снег, 2 — мелкозернистый фирнизованный снег, 3 — ледяная корка, образовавшаяся во время оттепели 21—24/XII 1983 г., 4 — горизонты с элементами ветрового уплотнения, 5 — плотный снег, 6 — подстилающий мерзлый грунт.

февраля 1984 г. только в снежном карнизе накопилось более 20 тыс. м<sup>3</sup> (10 тыс. т.) снега. Лавины, сходящие по одному и тому же пути (например на западном участке), в зависимости от сложившейся ситуации могут иметь различные параметры. Предельная дальность выброса лавины, рассчитанная способом С. М. Козика [2], при крутизне склона  $\alpha = 45^\circ$  и минимальном коэффициенте трения  $\gamma_{\text{мин}} = 0,3$  составляет 580 м. Скорость движения лавины у подножия склона достигает 22 м/с. При приближении к реальной обстановке (наличие снежного покрова по всему склону и на удалении от подножия, который тормозит продвижению лавины, увеличение шероховатости подстилающей поверхности и т.д.) длина пробега лавин ниже подножия составляет 75—85 м. В зависимости от снежной обстановки наблюдались снежные лавины, проходившие 150—170 м. Эти примеры показывают, что различия в распределении мощности снежного покрова на пути сходящей лавины

могут существенно влиять на дальность ее выброса. Учет фактического состояния снежной толщи позволяет уточнять границы участка, являющегося лавиноопасным в данное время.

Если сход лавин в холодный период года наблюдается, как правило, в многоснежные зимы, то весенне-летние мокрые лавины и водно-снежные потоки могут сходить в годы с небольшим количеством твердых осадков (например в мае 1982 и июне 1983 гг.). Мокрые лавины имеют небольшие размеры, объем — первые десятки кубометров снега. Гораздо большее по масштабу и своим последствиям природное явление — водоснежные потоки. Отличительными особенностями таких потоков являются условия формирования и физико-механические свойства движущейся массы. Водоснежные потоки наиболее характерны для субарктических районов, таких, как Хибины, Таймыр, Чукотка [1, 3], но отмечались и в ряде горных районов умеренных широт. Условия формирования и механизм их схода изучены на примере Хибин [4].

За последние годы известно два случая схода водоснежных потоков на о. Ратманова. 31/V 1982 г. небольшой поток сошел с восточного участка. По классификации В. С. Фрейдлина [4], он относится к водоснежным потокам первого периода снеготаяния (до формирования подснежного канала стока). 4/VII 1983 г. водоснежный поток образовался на западном участке во второй период снеготаяния вследствие закупорки уже сформировавшегося к этому времени канала стока талых вод. Второй поток был гораздо мощнее, объем его по самым скромным оценкам превышал 10 тыс. м<sup>3</sup>. Наличие большого количества воды, являющейся несущей частью, делает неприемлемым способ расчета дальности выброса по формулам, используемым для лавин, так как водоснежные потоки могут двигаться по очень небольшим уклонам.

В отличие от снежных лавин, формирующихся на снежном карнизе и нижележащем склоне, в очаги образования водоснежного потока входят и участки плато, прилегающие к лавиноопасной зоне. Установлено [1], что характерной чертой очагов водоснежных потоков служат выполаживающиеся участки в продольном профиле русла, за которым следует увеличение уклона. На о. Ратманова такими участками являются ложбины стока временных водотоков с уклонами поверхности 5—12°. Анализ данных о лавинной деятельности и материалов метеорологических наблюдений (см. рис. 3) свидетельствует, что формирование потоков, также как и в Хибинах [3], зависит от равномерности распределения снежного покрова в бассейне, низкого уровня снежности и дружности весеннего периода. После многоснежной зимы 1984 г. схода водоснежных потоков не наблюдалось.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благовещенский В. П. Водоснежные потоки в Хибинах.— В кн.: Исследование снега и лавин в Хибинах. Л., Гидрометеиздат, 1975, с. 88—96.
2. Козик С. М. Расчет движения лавин.— Л., Гидрометеиздат, 1962—75 с.

3. Лаптев М. Н., Сапунов В. Н., Фрейдлин В. С. Условия формирования и механизм водоснежных потоков.— Материалы гляциол. исследований. Хроника, обсуждения, 1978, вып. 32, с. 43—49.

4. Фрейдлин В. С. Гидрометеорологические условия формирования водоснежных потоков.— Материалы гляциол. исследований. Хроника, обсуждения, 1979, вып. 35, с. 198—200.