

## СНЕЖНЫЕ КАРНИЗЫ НА МОРСКИХ ТЕРРАСАХ ЮЖНОГО САХАЛИНА

**Е.Н. Казакова**

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Сахалинский филиал,  
693023, Южно-Сахалинск, ул. Горького, 25, Россия; kazakova-e-n@yandex.ru*

Исследовано влияние метеорологических, геоморфологических и геоботанических факторов формирования снежных карнизов на морских террасах Южного Сахалина. Приведены характеристики снежных карнизов и рассмотрены последствия их обрушения. Рассчитано ударное давление обломков снежных карнизов и вызванных ими лавин (западное побережье Южного Сахалина, 2012 г.).

*Южный Сахалин, снежный карниз, снежная лавина, морская терраса*

### SNOW CORNICES ON THE MARINE TERRACES OF SOUTH SAKHALIN

**E.N. Kazakova**

*Far East Geological Institute, FEB RAS, Sakhalin Department,  
693023, Yuzhno-Sakhalinsk, Gorky st., 25, Russia; kazakova-e-n@yandex.ru*

The influence of meteorological, geomorphological and geobotanical factors on the formation of snow cornices on the marine terraces of South Sakhalin has been investigated. The characteristics of snow cornices are presented. The aftermaths of downfall of snow cornices have been researched. The shock pressure of snow cornice's fragments and avalanches triggered by them has been calculated (West coast of South Sakhalin, 2012).

*South Sakhalin, snow cornice, avalanche, marine terrace*

### ВВЕДЕНИЕ

Практически повсеместное распространение снежных карнизов является одной из особенностей морских террас Южного Сахалина, занимающих побережье на протяжении почти 450 км.

В связи с расположением большого количества населенных пунктов (Невельск, Холмск, Томари и др.), а также основных транспортных магистралей юга Сахалина под уступами морских террас снежные карнизы причиняют достаточно большой экономический ущерб населению и хозяйству юга острова. Профилактическое обрушение карнизов ежегодно требует значительных финансовых затрат.

Основная опасность снежных карнизов заключается в том, что зачастую их обрушение становится причиной схода лавины [Гляциологический словарь, 1984], которая, в свою очередь, приводит к завалу автомобильной или железной дороги, разрушению и повреждению зданий, сооружений и т. п. Кроме того, на западном побережье Южного Сахалина было зафиксировано несколько случаев попадания людей в лавины, вызванные обрушением карниза [Казакова, Лобкина, 2007]. Например, 31 января 2005 г. в с. Байково (западное побережье Сахалина) лавиной, сошедшей со склона морской террасы при обрушении карниза, был сбит тепловоз [Жируев и др., 2010]. В лавину попало два человека.

Работ, посвященных изучению снежных карнизов в Сахалинской области, очень мало [География..., 1992; Сучков, 2008].

Широкое распространение снежных карнизов на морских террасах Южного Сахалина обусловлено благоприятным сочетанием метеорологических, геоморфологических и геоботанических факторов.

### УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СНЕЖНЫХ КАРНИЗОВ НА ПОБЕРЕЖЬЯХ ЮЖНОГО САХАЛИНА

Формирование снежных карнизов на морских террасах Южного Сахалина определяется сочетанием метеорологических, геоморфологических и геоботанических факторов.

**Метеорологические факторы побережий Южного Сахалина.** В зимний период над Сахалинской областью и акваториями Охотского и Японского морей создаются благоприятные условия для развития циклонической деятельности, что обеспечивает обилие длительных снегопадов и метелей.

Метеорологические условия побережий Южного Сахалина можно охарактеризовать на основании данных пяти гидрометеорологических станций (ГМС): Ильинский, Холмск, Невельск, Корсаков, Стародубское (рис. 1).

Для западного побережья Южного Сахалина характерно большое количество зимних осадков (более 300 мм), значительная продолжительность залегания снежного покрова (СП) (в среднем 150 дней) и большое число дней с метелью (50–70 дней за зиму), что в сочетании с высокими скоростями ветра при метелях (более 10 м/с) [Научно-прикладной справочник..., 1990] обеспечивает благоприятные условия для снегопереноса (табл. 1).

На южном и восточном побережьях осадков выпадает меньше – около 230 мм, меньше здесь и продолжительность метелей.

В зимний период (ноябрь–март) на восточном побережье Южного Сахалина преобладают ветра юго-западного и северо-западного направлений, а в феврале–марте здесь увеличивается доля ветров восточных румбов. На южном побережье в зимний период господствуют ветра северных румбов (рис. 2). Такие преобладающие направления ветров на морских террасах восточного и южного побережий Южного Сахалина способствуют снегопереносу по направлению к бровке террасы и, следовательно, формированию снежного карниза.

Преобладающие направления ветров на юго-западном побережье Сахалина в течение зимнего сезона меняются: в ноябре–январе преобладают ветра северных и северо-западных румбов, в феврале–марте значительно увеличивается доля ветров восточных румбов (см. рис. 2). По этой причине в первой половине зимнего сезона карнизы формируются преимущественно на бровках береговых уступов, имеющих юго-западную экспозицию, а в феврале и марте – западную.

Метелевый перенос снега на побережьях Южного Сахалина играет существенную роль в формировании снежных карнизов. Так, суммарный снегоперенос за зиму без учета вида метели достигает в Ильинском 1313 м<sup>3</sup>/пог.м, в Холмске – 3652 м<sup>3</sup>/пог.м, в Стародубском – 1323 м<sup>3</sup>/пог.м, а в Корсакове он значительно меньше – 518 м<sup>3</sup>/пог.м [Лазарева, 1975].

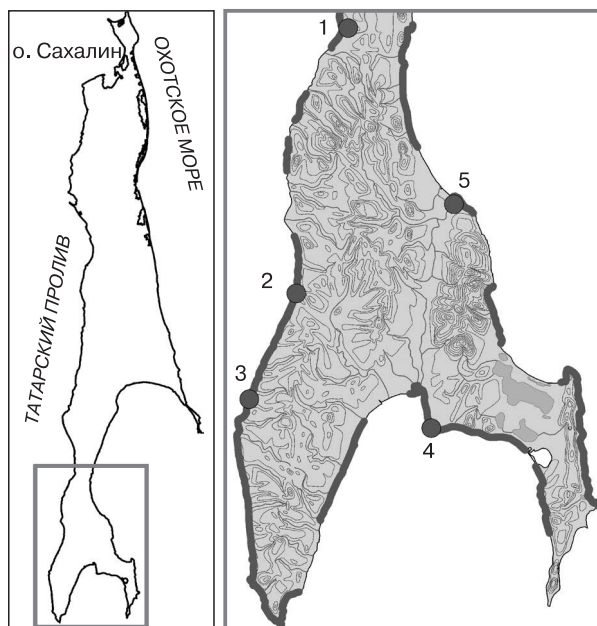


Рис. 1. Схема расположения прибрежных гидрометеорологических станций Южного Сахалина.

1 – Ильинский, 2 – Холмск, 3 – Невельск, 4 – Корсаков, 5 – Стародубское; жирная линия – морские террасы.

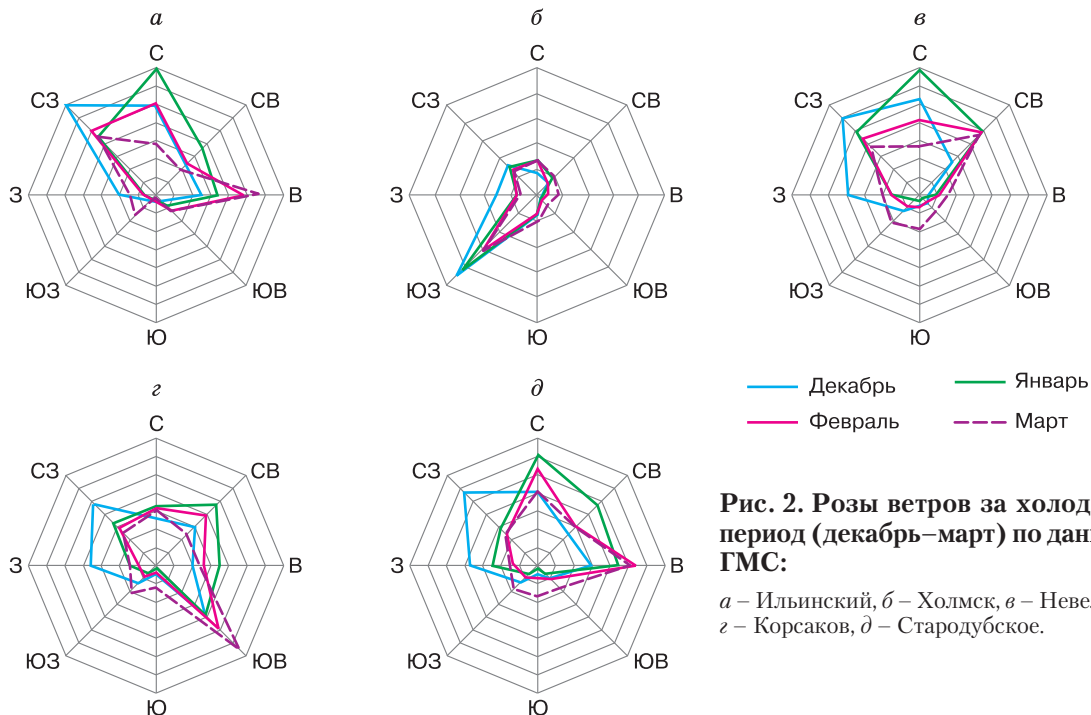
Высокая интенсивность снегопереноса в сочетании со значительной протяженностью морских террас обеспечивают практически повсеместное распространение снежных карнизов на морских берегах Южного Сахалина.

Таким образом, размеры и скорость формирования карнизов напрямую зависят от количества зимних осадков, объемов снегопереноса и от угла подхода ветров преобладающих румбов к бровке морской террасы. Наиболее благоприятное сочетание этих условий на Южном Сахалине наблюдается вдоль западного побережья (от с. Пензенское до с. Шебунино).

Таблица 1. Климатические характеристики, влияющие на формирование снежных карнизов на берегах Южного Сахалина [Научно-прикладной справочник..., 1990]

Гидрометеостанция	Кол-во осадков за зимний период (ноябрь–март)	Абс. высота ГМС, м	Число дней со СП	Высота СП, см		Сред. число дней с метелью за год	Сред. продолжительность метели, ч	Скорость ветра при метели, м/с		Суммарный снегоперенос* за зиму, м <sup>3</sup> /пог.м
				сред.	макс.			сред.	макс.	
Ильинский	316	17	156	19	61	50	476	–	–	1313
Холмск	305	90	148	35	73	69	728	13,2	36,4	3652
Невельск	332	166	150	53	113	64	631	14,4	34	–
Корсаков	223	34	144	57	135	33	241	12,6	40	518
Стародубское	215	12	154	58	119	49	387	–	–	1323

\* Без учета вида метели [Лазарева, 1975].



**Рис. 2. Розы ветров за холодный период (декабрь–март) по данным ГМС:**

а – Ильинский, б – Холмск, в – Невельск, г – Корсаков, д – Стародубское.

**Влияние растительности на формирование снежных карнизов на берегах Южного Сахалина.** Растительность морских террас западного, восточного и южного побережий Южного Сахалина различна. Так, растительность морских террас юго-западного побережья Сахалина чаще всего представлена травянистым разнотравьем (осоковые, злаковые и др.) с участками кустарничковой растительности (преобладает вороника) либо высокотравьем (белокопытник, лабазник, гречиха сахалинская и др.); из кустарников встречается шиповник, можжевельник. Значительные по площади участки покрыты курильским бамбуком. Древесная растительность в большинстве случаев отсутствует либо очень сильно угнетена.

Такая растительность не препятствует снегопереносу, способствуя формированию снежных карнизов и накоплению снега в зонах зарождения лавин.

Хорошая задернованность склонов и травянисто-кустарниковая растительность в зоне зарождения лавин способствуют активному развитию процессов перекристаллизации снежной толщи и формированию в ней лавиноопасных слоев, представленных ледяными кристаллами полускелетного и скелетного классов форм (по классификации Э.Г. Коломьца [Фирц и др., 2012]), которые появляются на юго-западном побережье Сахалина уже в декабре.

На восточном побережье часть морских террас покрыта смешанным лесом, что препятствует снегопереносу и, соответственно, формированию

снежных карнизов. Однако на значительном протяжении морские террасы здесь имеют травянистую растительность, не препятствующую образованию карнизов. На южном побережье большая часть террас покрыта лесом.

В целом наиболее благоприятные условия для снегопереноса и, следовательно, для формирования снежных карнизов большой мощности создает травянистая и кустарничковая растительность поверхности морских террас, что наиболее характерно для западного побережья Южного Сахалина на участке от пос. Ильинский до с. Шебунино, а также для участка восточного побережья в районе с. Взморье.

**Влияние рельефа на формирование карнизов на берегах Южного Сахалина.** На Южном Сахалине морские террасы занимают около 60 % протяженности побережья. Наиболее широко распространены террасы относительной высотой 70–80 и 25–30 м [Александров, 1973]. В большинстве случаев для уступов морских террас Южного Сахалина характерен большой уклон (30–50°).

Снежные карнизы формируются на морских террасах практически повсеместно, за исключением тех мест, где поверхность террасы покрыта лесом либо где эта зона подверглась антропогенному воздействию (застройка, изменение рельефа).

Важную роль в формировании карнизов играет наличие зоны сноса снега ветром [Божинский, 1987], представленной поверхностью морской террасы. Эта зона обеспечивает большую площадь снегосборного бассейна, что создает благоприят-

ные условия для приноса большого объема снега к бровке берегового уступа и для формирования таким образом снежного карниза большого размера. Кроме того, на формирование и размеры карниза влияет форма бровки берегового уступа, а также уклон поверхности сноса снега ветром.

Наибольшая площадь поверхности сноса характерна для участков западного побережья Южного Сахалина от с. Горнозаводск до г. Холмск, а также на участке г. Томари–с. Пензенское (до 25 га для участка протяженностью 800 м в 2 км севернее с. Калинино).

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ СНЕЖНЫХ КАРНИЗОВ НА МОРСКИХ БЕРЕГАХ ЮЖНОГО САХАЛИНА

Снежные карнизы на берегах Сахалина могут достигать протяженности 200 м и толщины до 5 м, однако обычно их толщина составляет около 3 м (рис. 3). Согласно данным А.В. Иванова [*География...*, 1992], толщина снежных карнизов, формирующихся на морских террасах Сахалина, достигает 7–9 м, однако на побережьях Южного Сахалина нами наблюдались карнизы толщиной только до 5 м. Плотность снежного карниза чаще всего варьируется в пределах 350–450 т/м<sup>3</sup>.

Максимальных размеров снежные карнизы на берегах Сахалина достигают в конце февраля–марте, а сохраняться могут до апреля.

Наиболее благоприятные условия для формирования карнизов на берегах Южного Сахалина складываются на западном его побережье, на котором:

1) морские террасы имеют большую по площади (до 25 га) субгоризонтальную зону сноса



Рис. 3. Снежный карниз на уступе морской террасы (автодорога Невельск–Холмск, западное побережье Южного Сахалина). Фото Е.Н. Казаковой.

снега ветром, обеспечивающую принос снега к бровке морской террасы (например, участки автодороги Холмск–Шебунино в районе с. Горнозаводск, с. Калинино, г. Невельск);

2) травянистая и кустарничковая растительность не препятствует снегопереносу, объемы которого достигают здесь наибольших на Южном Сахалине значений (до 3652 м<sup>3</sup>/пог.м в Холмске [Лазарева, 1975]).

#### ОБРУШЕНИЕ СНЕЖНЫХ КАРНИЗОВ НА БЕРЕГАХ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЮЖНОГО САХАЛИНА

Обрушение снежных карнизов причиняет значительный ущерб за счет повреждения и разрушения зданий, сооружений и транспортных средств. Большие величины ударного давления обрушившихся блоков карниза обусловлены главным образом высокой плотностью снега (350–450 т/м<sup>3</sup>).

Лабораторией лавинных и селейных процессов Сахалинского филиала ДВГИ ДВО РАН в феврале 2012 г. были проведены работы по измерению скорости движения обломков снежных карнизов. Работы проводились на морской террасе, расположенной у устья р. Чирай (Черепок), в 17 км от пос. Ильинский на западном побережье Южного Сахалина (рис. 4). Средний уклон зоны транзита составляет 38°, относительная высота склона 100 м. Непосредственно у подножия склона пролегает автодорога Невельск–Томари–аэропорт Шахтерский.

Средние скорости движения обломков снежных карнизов составляли от 8,1 до 11,5 м/с. В четырех случаях обрушение обломка карниза вызы-



Рис. 4. Морская терраса, на которой проводились работы по измерению фактической скорости движения обломков снежных карнизов (автодорога Невельск–Томари–аэропорт Шахтерский, западное побережье Южного Сахалина). Фото Н.А. Казакова.

Таблица 2. Характеристики движения обломков снежных карнизов, обрушенных в феврале 2012 г. (морская терраса, устье р. Чирай)

Относит. высота склона, м	Время движения, с	Фактическая дальность выброса, м	Фактическая скорость, м/с	Ударное давление, вызываемое крупными глыбами снега*, МПа	Масса глыбы, кг	Объем глыбы, м <sup>3</sup>
80	17	150	8,1	0,017	200	1,5
80	15	150	9,2	0,022	260	1,5
80	12	150	11,5	0,035	200	1,0

\* По: [Войтковский, 1989].

Таблица 3. Характеристики лавин, вызванных обрушением обломков снежных карнизов (февраль 2012 г., морская терраса, устье р. Чирай)

Относит. высота склона, м	Время движения лавины, с	Фактическая дальность выброса лавины, м	Фактическая скорость лавины, м/с	Макс. высота фронта лавины, м	Объем лавины, м <sup>3</sup>	Пиковое давление лавины* на препятствие, МПа	Ударное давление лавины, вызываемое крупными глыбами снега**, МПа
79	17	151	8,2	2,0	75,0	0,063	0,018
79	12	151	11,6	2,0	200,0	0,089	0,035
61	11	117	9,6	4,5	800,0	0,074	0,024
71	10	136	12,5	4,0	400,0	0,096	0,041

\* По: [Божинский, 1987].

\*\* По: [Войтковский, 1989].

вало сход небольших лавин объемом от 75 до 800 м<sup>3</sup>. Средние скорости лавин составляли от 8,2 до 12,5 м/с.

Ударное давление, вызываемое крупными глыбами снега, рассчитанное на основе фактических данных о скорости движения обломка снежного карниза составляет от 0,017 до 0,041 МПа (табл. 2, 3). При таком ударном давлении происходит разрушение деревянных и шлакоблочных, наземных и надземных линейных сооружений, повреждение железобетонных конструкций.

Поскольку многие населенные пункты (например, города Невельск, Холмск, Томари, с. Горнозаводск и др.), а также практически все основные автомобильные и железные дороги побережий Южного Сахалина проложены непосредственно у подножия берегового уступа, то обрушение снежных карнизов (а также сход вызванных им лавин) представляет существенную опасность для населения.

### ВЫВОДЫ

1. Условия для формирования снежного карниза большой мощности создаются сочетанием следующих факторов:

– большое количество зимних осадков в сочетании с высокими скоростями ветров обеспечивающих принос снега к бровке морской террасы;

– субгоризонтальная поверхность морской террасы представляет собой зону сноса снега ветром, которая обеспечивает дополнительный объем снега, приносимого к бровке террасы;

– травянистая или кустарничковая растительность на поверхности морской террасы не препятствует снегопереносу.

2. Наиболее благоприятное сочетание этих факторов наблюдается на участке западного побережья Южного Сахалина от с. Горнозаводск до г. Холмск и от г. Томари до с. Пензенское, где объемы снегопереноса достигают 3500 м<sup>3</sup>/пог.м и более [Лазарева, 1975], площадь поверхности сноса достигает 25 га и более, а травянистая и кустарничковая растительность не препятствует приносу снега к бровке террасы. Мощности снежных карнизов здесь достигают 5 м.

3. Ударное давление, рассчитанное на основе фактических данных о скорости движения обломка снежного карниза составляет от 0,017 до 0,041 МПа (февраль 2012 г., морская терраса в 17 км от пос. Ильинский, западное побережье Южного Сахалина). При таком ударном давлении происходит разрушение деревянных и шлакоблочных зданий, разрушение наземных и надземных линейных сооружений, повреждение железобетонных конструкций.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для предотвращения вызываемого снежными карнизами ущерба необходимо принимать меры по защите: профилактическое обрушение карнизов с последующей расчисткой дорожного полотна либо строительство сооружений инженерной защиты. Это могут быть как снегозадерживающие сооружения на поверхности морской террасы, так

и защитная галерея, которая, предохраняя от обрушения карнизов, обеспечивает противолавинную защиту, а также защиту от склоновых селевых потоков и оползней-оплывин, широко распространенных на морских берегах юго-западного Сахалина. Однако, учитывая суммарную протяженность снежных карнизов вдоль транспортных магистралей Южного Сахалина, строительство инженерной защиты на всей протяженности опасной зоны невозможно.

Что касается профилактического обрушения карнизов, оно также требует значительных финансовых затрат в связи с высокой необходимой частотой обрушения – до 4 раз в месяц с середины декабря до конца марта на некоторых участках побережья юго-западного Сахалина.

Таким образом, наиболее экономически целесообразной мерой борьбы с образованием снежных карнизов на Южном Сахалине является высадка леса на поверхности морской террасы, что создаст препятствие для приноса снега к бровке склона.

### Литература

- Александров С.М.** История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Остров Сахалин / С.М. Александров. М., Наука, 1973, 183 с.
- Божинский А.Н.** Основы лавиноведения / А.Н. Божинский, К.С. Лосев. Л., Гидрометеиздат, 1987, 280 с.
- Войтковский К.Ф.** Лавиноведение / К.Ф. Войтковский. М., Изд-во Моск. ун-та, 1989, 158 с.
- География лавин** / Под ред. С.М. Мягкова, Л.А. Канаева. М., Изд-во Моск. ун-та, 1992, 332 с.
- Гляциологический словарь** / Под ред. В.М. Котлякова. Л., Гидрометеиздат, 1984, 526 с.
- Жируев С.П., Окопный В.И., Казаков Н.А., Генсиоровский Ю.В.** Лавинная опасность на автомобильных и железных дорогах Сахалина и Курил // Геориск. М., ПНИИИС, 2010, № 4, с. 50–57.
- Казакова Е.Н., Лобкина В.А.** Лавинные катастрофы Сахалинской области // Материалы гляциол. исслед., 2007, № 103, с. 185–190.
- Лазарева Д.Ф.** Климатическая характеристика снегопереноса на Сахалине // Снег и лавины Сахалина: Сб. статей. Л., Гидрометеиздат, 1975, с. 13–24.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР (Сахалинская область).** Л., Гидрометеиздат, 1990, 300 с.
- Сучков В.Е.** Опыт обследований и обрушений снежных карнизов в условиях Сахалина и Курильских островов при помощи экспертной системы // Вестн. Сахалинского музея. Южно-Сахалинск, 2008, № 15, с. 266–272.
- Фирц Ш., Армстронг Р.Л., Дюран И. и др.** Международная классификация для сезонно выпадающего снега (руководство к описанию снежной толщи и снежного покрова) // Материалы гляциологических исследований, 2012–2. М., Ин-т географии РАН; Гляциол. ассоц., 2012. 80 с.

Поступила в редакцию  
1 июля 2012 г.