

УДК 551.548.78

DOI: 10.34753/HS.2022.4.3.288

КРУПНЫЕ ЛАВИНЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ГОРАХ СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛЯ

А.И. Гессен¹, В.П. Гулевич²,
Ю.Г. Селиверстов³

¹Снеголавинная станция РЦДМ «Региональный
Центр диагностики и мониторинга» Восточно-
Сибирской железной дороги, г. Иркутск, Россия;

²ФГКУ «Байкальский поисково-спасательный
отряд МЧС России», пос. Никола, Иркутская
область, Россия, ³ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет имени
М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия
gulaval.risk@mail.ru

Аннотация. Рассматривается проблематика использования терминологии при определении исключительности зарегистрированных лавин. Названия «гигантские», «спорадические», «экстремальные» «особо крупные», «катастрофические» и другие применяются для описания как объемов и геометрических параметров лавин от зон зарождения до зон отложения, так и их дальности выброса. Каждый автор закладывает в используемые определения свой смысл, но при этом все они отмечают исключительность условий, приводящих к сходу таких лавин. Результаты выполненной авторами работы показывают неоднозначность таких утверждений и представляют свои предложения для унификации применения терминов. На основе анализа данных многолетних наблюдений за условиями формирования лавин в Байкальском хребте (зона Байкало-Амурской магистрали) выполнена их типизация по объемам, включающая следующие градации: «мелкие» (до 1 тыс. м³); «средние» (от 1 до 10 тыс. м³); «крупные» (от 10 до 100 тыс. м³) и «особо крупные» (более 100 тыс. м³).

LARGE AVALANCHES AND FEATURES OF THEIR FORMATION IN THE MOUNTAINS OF THE NORTHERN BAIKAL REGION

Andrey I. Gessen¹, Victor P. Gulevich²,
Yuri G. Seliverstov³

¹Snow-avalanche station of the RCDM of the East
Siberian Railway, Irkutsk, Russia;

²Baikal Search and Rescue Team of EMERCOM of
Russia, Nicola, Irkutsk region Russia;

³Lomonosov Moscow State University, Moscow,
Russia
gulaval.risk@mail.ru

Abstract. The problems of using terminology in determining the exclusivity of registered avalanches are considered. The names "giant", "sporadic", "extreme", "especially large", "catastrophic", etc. are used to describe both the volumes and geometrical parameters of avalanches from the zones of origin to the zones of deposition, and their range of ejection. Each author puts his own meaning into the definitions used, but at the same time they all note the exclusivity of the conditions leading to the descent of such avalanches. The results of the work performed by the authors show the ambiguity of such statements and present their proposals for the unification of the use of terms. Based on the analysis of long-term observations of the conditions for the formation of avalanches in the Baikal Ridge (BAM zone), they were typified by volume, including the following gradations:

"small" (up to 1 thousand m³);

"medium" (from 1 to 10 thousand m³);

"large" (from 10 to 100 thousand m³) and

"especially large" (more than 100 thousand m³).

The use of this typification made it possible to determine the features of the formation of avalanches in the mountains of the Northern Baikal region. It has been established that the recrystallization of the snow

Применение данной типизации позволило определить особенности образования лавин в горах Северного Прибайкалья. Установлено, что перекристаллизация снежной толщи, считавшаяся ранее ведущим фактором лавинообразования в регионе, является только дополнительным фактором, который в первую очередь определяет размеры лавин, а не причины их схода. Выполнена типизация зим в Северном Прибайкалье по снежности с использованием модульных коэффициентов, рассчитываемых как отклонение сумм осадков за конкретные зимы относительно средних за многолетие величин. Выявлено, что в периоды массовых сходов лавин, а также в многоснежные зимы на западных наветренных макросклонах хребтов крупные и особо крупные лавины сходят крайне редко. Объемы же большинства лавин не превышают средние. И только на относительно малоснежных подветренных восточных макро- и мезосклонах прямая связь между размерами лавин и массовыми их сходами и снежностью зим проявляется отчетливо, так, как она установлена в других горных регионах.

Ключевые слова: крупные лавины; генетические типы; снежность зим; классификация лавин; перекристаллизация снежной толщи; типизация зим; исключительно многоснежные зимы; преобладающие типы лавин.

Введение

Значительные по размерам, дальности выброса и с редкой повторяемостью обрушения снега всегда привлекают внимание исследователей (изыскателей) при оценке лавинной опасности перспективных для освоения территорий, так как представляют серьезную угрозу для будущих транспортно-энергетических магистралей, хозяйственной и рекреационной деятельности человека. Крупные или особо крупные, гигантские или спорадические, катастрофические или экстремальные лавины с географической точки зрения нельзя считать явлениями одного порядка, однако из-за отсутствия общепринятых строгих критериев при

mass, which was previously considered the leading factor in avalanche formation in the region, is only an additional factor that primarily determines the size of avalanches, and not the reasons for their descent. The winters in the Northern Baikal region were typified by snowiness using modulus coefficients, calculated as the deviation of the total precipitation for specific winters relative to the long-term average values.

Keywords: large avalanches; genetic types; snow winters; avalanche classification; recrystallization of the snow column; winter typing; exceptionally snowy winters; prevailing types of avalanches.

идентификации многие считают их таковыми, очевидно ввиду недостатка достаточной и корректной информации.

В зарубежной научной литературе термин «катастрофическая лавина» иногда используется для обозначения уникальных по размерам лавин или уточнения определения «крупная лавина». Согласно [Гляциологический словарь, 1984] «катастрофическая лавина – лавина, вызвавшая значительный материальный ущерб и человеческие жертвы». Там же содержится и другое ее определение – «лалина редкой повторяемости, возникающая при оптимальном сочетании лавинообразующих факторов и распространяющаяся далеко за пределы

минерального конуса выноса, сформированного обычными лавинами из данного лавинного лотка». На то, что «катастрофические лавины» имеют редкую повторяемость, достигают больших размеров и возникают при необычной метеорологической ситуации указывалось еще в работе [Сулаквелидзе, 1955], но он справедливо отмечал, что такие лавины могут быть не только гигантскими по размерам, но и «систематическими».

А.Л. Шнапырков [Шныпарков, 1984], например, выделил класс «особо крупных лавин» (без указания объемов), но к катастрофическим обрушениям также относит только те, которые приносят материальный ущерб и человеческие жертвы. По логике автора особо крупные лавины могут сходить только в незаселенных и труднодоступных горных районах, а катастрофические – в районах хозяйственного и рекреационного освоения. Н.А. Володичева с соавторами [Володичева, Олейников, Володичева, 2014] предлагают считать «...катастрофическими лавины особо крупных размеров (10, 100 тыс. или 1 млн. м³) и редкой повторяемости» (1 раз в 50, 100 или 1 000 лет), что полностью перечеркивается второй частью предлагаемого ими определения – «характеризуются следующими отличительными особенностями: экстремальными размерами для данного лавинного очага...». Очевидно, что в небольшом по размерам лавиносборе, например, в эрозионном врезе, лавина объемом в несколько тыс. м³ вполне может быть экстремальной по объему (для данного очага) и даже выйти за пределы минерального конуса, а тем более, привести к гибели людей, однако совершенно алогично было бы ее отнести к «особо крупным» лавинам. В то же время под понятие «катастрофической» она вполне может попасть, поскольку известно, что большинство лавинных инцидентов, связанных с гибелью людей, происходит с лавинами объемом до 1 тыс. м³. Таким образом, понятия «крупная, редкой повторяемости» и «катастрофическая» при определении терминологического аппарата все-таки целесообразно разделять. Также необходимо учитывать, что не всегда наибольшие дальности

выброса имеют лавины наибольших размеров, а применение термина «редкая повторяемость» и подчеркивающие исключительность лавин определения следует дополнять пояснением «по объемам», «по дальности выброса», «по определенному генетическому типу», «по ширине линии отрыва», «высоте лавинных отложений» и так далее. При обобщении данных о лавинах, сошедших в лавиносборах значительно отличающихся по площадям зон зарождения, также было бы полезным отмечать эти факты.

При выявлении генезиса крупных по объемам и дальности выброса лавин большинство исследователей анализировали данные, полученные в Альпах, на Кавказе и Тянь-Шане. Поэтому, очевидно, они пришли к однозначному выводу – особо крупные и катастрофические лавины формируются при интенсивных снегопадах, сильных метелях и обычно в аномальные по снежности зимы [География лавин, 1992; Володичева, Олейников, Володичева, 2014]. Данные многолетних натурных наблюдений в горах Северного Прибайкалья несколько меняет или дополняет эту генетическую картину.

Материалы и методы

На образование и распространение снежных лавин в рассматриваемом регионе существенное влияние оказывает субмеридиональное простираание хребтов, поперечное относительно основных влагонесущих потоков (западных и северо-западных). За почти 50-летний период наблюдений в лавинных очагах, расположенных в непосредственной близости от Байкало-Амурской магистрали (Байкальский хребет), было зарегистрировано более 25 тысяч лавин.

Из них почти 2/3 были отмечены на северо-западном (наветренном) макросклоне хребта (бассейн реки Кунермы) и лишь 1/3 на юго-восточном (бассейн реки Гоуджokit). Подобное распространение лавин характерно для всех субмеридионально ориентированных хребтов Северного Прибайкалья (Байкальского и Баргузинского, Верхнеангарского и Северо-Муйского).

Также хорошо на противоположных макросклонах склонах хребтов проявляется дисбаланс в распределении генетических типов лавин, определяемый экспозиционными различиями в режиме снегонакопления, теплоприхода и ветровой деятельности.

Анализ результатов статистической обработки фактических данных о сходах лавин и метеорологических условиях позволил выявить особенности лавинообразования в Северном Прибайкалье, установить критерии крупности

лавин для региона и классифицировать лавины по этому показателю, а также связать распределение их по классам с причинами схода и снежностью зим. Последняя характеристика также не имеет точного определения в лавиноведении и выполненный анализ данных дал основу для создания типизации зим в Северном Прибайкалье. Полученные по результатам анализа выводы во многом отличаются от ранее принятых представлений о лавинообразовании в исследуемом регионе.



Рисунок 1. Особо крупная по объему (225 тыс. м³) лавина, сошедшая 3 марта 1980 году в бассейне реки Кунерма (лавиносбор №65). Лавина также стала катастрофической – завалила железную и автомобильную дороги, снесла опору линии электропередач и несколько опор контактной сети.

Figure 1. A particularly large volume (225 thousand m³) avalanche that descended on March 3, 1980 in the basin of the river Kunerma (avalanche catchment №65). The avalanche also became catastrophic – it overwhelmed the railway and highway, demolished a power line pole and several contact network poles.

Таблица 1. Распределение крупных лавин по генетическим типам в течение зим в периоды с 1966 по 1971 год, с 1975 по 1986 год, с 1989 по 2022 год в бассейне реки Кунермы (Байкальский хребет).

Table 1. Distribution of large avalanches by genetic types during the winters of the periods 1966–1971, 1975–1986, 1989–2022 in the river basin Kunerma (Baikal Range).

Состояние, вид снега	Причина схода	Объем лавин, тыс. м ³					% от общего числа
		10–20	20–50	50–100	100–500	≥500	
А. Сухой I. Свеже- отложенный	а. снегопад	20	7	2	4	—	23
	б. метель	1	—	—	—	—	*
	в. снегопад с метелью	33	37	11	6	2	61
% от данной группы		44	36	10	8	2	84
В. Мокрый I. Свеже- отложенный	г. снегопад	2	1	1	1	—	3
II. Старый	д. радиационные оттепели	2	—	—	—	—	1
	е. адвективные и радиационные оттепели	2	2	—	—	—	3
	ж. дождь	5	4	1	1	1	8
% от данной группы		48	30	9	9	4	16
Итого (% от всех)		45	35	10	8	2	100

прочерк – лавины не зафиксированы; * – менее 1%.

Результаты исследований

В бассейне реки Кунермы сухие лавины, обусловленные снегопадами, общими или низовыми метелями, составляют около 40% от общего числа всех обрушений за холодный период. Мокрые лавины, сход которых вызывают осадки в виде мокрого снега или дождя, радиационные и адвективные оттепели, составляют здесь более 60%. На противоположном макросклоне хребта (бассейн реки Гоуджokit) в течение всей зимы доминируют лавины, связанные со снегопадами – около 80% [Гулевич, Карбаинов, 1988].

При классифицировании сошедших лавин по объемам становится ясным, что подавляющее большинство сходящих в хребтах Северного Прибайкалья лавин составляют: «мелкие» (до 1 тыс. м³) – до 70% и «средние» (от 1 до 10 тыс. м³) – от 15 до 25%.

«Крупные» (от 10 до 100 тыс. м³) и «особо крупные» (более 100 тыс. м³) (рисунок 1) лавины составляют только от 5 до 10% от общего числа. Подобное распределение лавин по объемам является типичным и наблюдается в других

горных регионах, например на Кавказе [Залиханов, 1981].

Значительных размеров могут достигать как лавины «прямого действия» (во время и после снегопадов и общих метелей и т.д.), так и лавины с длительным периодом «созревания» (в результате перекристаллизации снежной толщи, формирования «снежной доски» и так далее). Как показал анализ условий схода около 200 «крупных» и «особо крупных» лавин, зафиксированных за весь период наблюдений в бассейне реки Кунермы, 82% из них сходили во время или после снегопадов из сухого (22%) и мокрого (4%) снега, а также общих метелей (60%) (таблица 1).

Примечательно, что все лавины объемом более 50 тыс. м³ были «смешанного» генезиса или, так называемые, «двухтактные» лавины (вследствие снегопада, сопровождавшегося метелью или ослаблением устойчивости снежной толщи из-за ее температурного разрыхления).

Значительный период времени в отечественном лавиноведении считалось, что процессам разрыхления (сублимационного и

теплового) снежной толщи в образовании лавин в горах Северного Прибайкалья принадлежит главенствующая роль. Однако за весь период наблюдений случаи самопроизвольного обрушения снега только в результате сублимационного разрыхления снежной толщи (лавины так называемого «сублимационного диафтореза») в хребтах региона зафиксированы не были. Таким образом, не подтвердился вывод Е.С. Трошкиной [Воскресенский, Трошкина, 1971; Трошкина, 1992] и ряда других авторов, что массовые обрушения снега в Северном Прибайкалье определяются процессами перекристаллизации снежной толщи. Подавляющее большинство образующихся в периоды массового схода лавин не превышают по объему 1 тыс. м³, поскольку в движение вовлекаются только самые верхние слои снега, в основном свежееотложенного или мокрого (вследствие инсоляционных, адвекционных оттепелей или дождя).

Для второй половины зимнего – начала весеннего сезона характерны крупные «двухтактные лавины», причиной обрушения которых являются снегопады, снегопады с метелями, редко метели или инсоляционные оттепели, в совокупности с процессами перекристаллизации снежной толщи, образующие внутри нее разрыхленные ослабленные слои. Отмечаются они не каждую зиму и имеют большие, в сравнении с основной частью обрушений, размеры. Механизм их возникновения тот же, что и в других горных регионах – при отрыве свежееотложенных масс снега в движение вовлекаются и нижележащие слои, с ослабленными прочностными связями. При прохождении таких лавин снег в лавиносборе часто сметается до подстилающей поверхности. Нередко во время массового лавинообразования значительное количество лавин принадлежит типам (А.І.а) или (А.І.в), а одна или несколько – к «двухтактным лавинам», часто «крупным».

Многочисленными исследованиями установлено, что формирование крупных по размерам лавин во многих горных регионах часто происходит на фоне повышенной снежности зим. В связи с этим ряд исследователей в качестве

основы реконструкции повторяемости крупных и особо крупных по объемам и дальности выброса лавин используют хронологию многоснежных зим. По данным наших натурных наблюдений лавины такого порядка могут сходить как в многоснежные, так и средние по снежности зимы – при аномально высоком снегонакоплении в один из месяцев и определенном режиме снегонакопления и температур воздуха [Гулевич, Карбаинов, 1988]. При высоких снегозапасах (более 300 мм) крупные по размерам лавины в отдельных очагах могут сходить почти каждый год. Для таких зим характерно выпадение значительной (от общего их количества) части твердых осадков в начале и конце холодного периода. В декабре – феврале количество осадков резко уменьшается, отмечается пониженный фон температуры воздуха, что приводит к формированию в снежной толще слоев разрыхления и сходу крупных и особо крупных лавин.

В исключительно многоснежные зимы 1977/1978 и 1982/1983 годов общее число сходящих лавин в бассейне реки Кунермы значительно возрастало, однако объемы самых крупных из них не превышали 30 тыс. м³. Тогда как в среднюю по снежности зиму 1984/1985 года здесь были отмечены крупные лавины – объемом от 38 до 140 тыс. м³. Становится очевидно, что оценивать повторяемость крупных лавин в районах повышенной снежности, как и на западном склоне Байкальского хребта, лишь по аналогии с повторяемостью многоснежных зим не вполне правомерно.

Общепринятых критериев разделения холодных периодов (зим) по снежности пока нет. Вместе с некоторыми исследователями мы считаем целесообразным использовать при типизации холодных периодов года модульные коэффициенты (Кх.п.), показывающие отклонение сумм осадков за конкретные зимы относительно средних за многолетие величин. При таком подходе к оценке снежности могут быть привлечены данные наблюдений за осадками не метеорологических постах, где другие показатели (например, высота снега) не измеряются.

Для Северного Прибайкалья нами выделены пять типов зим и соответствующие им пределы изменения. Кх. п:

малоснежная ($Kx. п. \leq 0,7$),
умеренно-малоснежная ($0,7 \leq Kx. п. \leq 0,9$),
среднеснежная ($0,9 \leq Kx. п. \leq 1,1$),
умеренно-многоснежная ($1,1 \leq Kx. п. \leq 1,3$) и
многоснежная ($Kx. п. \geq 1,3$).

Анализ динамики модульных коэффициентов показал, что наибольшие амплитуды колебаний величин Кх.п. от года к году характерны для районов выпадения незначительного количества осадков. К ним относятся подветренный макросклон Байкальского хребта: пункты наблюдений Онгурен ($Kx. п. = 2,71 \div 0,29$) и Солнечная ($Kx. п. = 2,00 \div 0,16$). По направлению к гребневой части и с увеличением абсолютной высоты местности осадки и Кх.п. возрастают, а амплитуды колебаний Кх.п. – уменьшаются: Даван ($Kx. п. = 1,77 \div 0,48$) и Стрелка ($Kx. п. = 1,56 \div 0,45$). Крупные и особо крупные по объемам лавины сходят в зимы всех типов за исключением малоснежных (таблица 2).

Помимо этого, в расчетную схему установления зависимостей размеров лавин от климатических характеристик следовало бы

включить оценку повторяемости выявленных сочетаний динамики снегонакопления и температурного режима за зиму и аномальных осадков в отдельные месяцы. Вместе с тем для малоснежных районов (подветренные мезосклоны хребтов, внутренних районов и так далее, например бассейн реки Гоуджokit) связь между хронологией многоснежных зим и повторяемостью крупных лавин прослеживается более определенно.

Выводы

Использование климатологических условий, оцениваемых в основном по данным метеорологических станций, расположенных в предгорьях и на низких высотных отметках, для районирования горных территорий по снеговалинному режиму, приводят подчас к не вполне корректным выводам. В условиях крайнего дефицита информации о лавинах на этих выводах можно было основываться при формировании самых общих представлений об особенностях лавинообразования, однако после проведения продолжительных натурных наблюдений [Лавины в районе трассы БАМа, 1984; Гулевич, 1992] их следовало бы учесть, чего не сделано, однако, в последующих публикациях.

Таблица 2. Сведения о крупных лавинах в Байкальском хребте в различные по снежности зимы.

Table 2. Data on large avalanches in the Baikal Ridge in winters of various snowiness.

№ п/п	Дата схода лавин	Снежность зим	Тип лавины	Объем, тыс. м ³
1	28.03–04.04.1971	многоснежная	А.І.а + перекр.	100
2	30.03.1971		А.І.а + перекр.	128
3	27.11.1979	умеренно-многоснежная	А.І.в	12–106
4	03.03.1980		А.І.в + перекр.	225
5	26.05.1982	среднеснежная	В.ІІ.ж	31–150
6	29.03.1985	умеренно-многоснежная	В.І + перекр.	50–140
7	06–07.04.1986		А.І.в + перекр.	20–570
8	23.03.2006	среднеснежная	А.І.а	477
9	05.04.2012	умеренно-малоснежная	А.І.в	162
10	16.04.2012		В.ІІ.ж	114
11	06.03.2013		А.І.в	122
12	30.03.2016		А.І.в	165
13	26.03.2020	среднеснежная	А.І.в	126
14	01.03.2022		А.І.в	100
15	10.03.2022		А.І.в + перекр.	400
16	10.03.2022		А.І.в + перекр.	177

Так, в основополагающих работах [География лавин, 1992] и [Трошкина, 1992] авторы по-прежнему отнесли горы Прибайкалья к районам «типа лавинного режима умеренного климата», «континентального подтипа». При этом утверждается, что в таких районах «ведущим условием лавинообразования следует считать перекристаллизацию снежной толщи», а лавинообразование протекает в условиях господства антициклональных условий погоды.

Следует напомнить, что еще на начальном этапе региональных исследований в ряде публикаций [Агафонов, 1975; Будз, 1968; Гулевич, Карбаинов, 1988; Гулевич, 1992; Залиханов, 1981; Кириченко, Напрасников, 1973; Рыбак, 1968; Солоненко, 1960] отмечалась большая роль в формировании снежных лавин в горах Прибайкалья снегопадов и оттепелей, а крупных и «громadных» обрушений – сильных снегопадов, метелевого перераспределения снега и «расслабления внутренних связей снежной толщи». Авторами подчеркивалось, что лавиноопасные ситуации здесь обычно возникают при вторжении циклонов, и это подтверждают данные натурных наблюдений и анализ условий формирования лавин [Гулевич, Карбаинов, 1988].

Используемую в лавиноведении терминологию, призванную выделить выдающиеся в разных отношениях лавины нельзя считать устоявшейся. При использовании терминов, характеризующих параметры лавин, авторы данной публикации рекомендуют делать уточнения какой именно параметр оценивается в

конкретном случае. Термин катастрофическая лавина предлагается оставить за лавинами, вызвавшими значительный материальный ущерб и человеческие жертвы, как отвечающим этимологии слова «катастрофа».

Для разделения лавин Северного Прибайкалья по объемам предлагается классификация, косвенно учитывающая условия образования лавин: «мелкие» (до 1 тыс. м³); «средние» (от 1 до 10 тыс. м³); «крупные» (от 10 до 100 тыс. м³) и «особо крупные» (более 100 тыс. м³).

Полученные в ходе анализа фактических данных о сходах лавин в Северном Прибайкалье результаты опровергают распространенное представление о ведущей роли в образовании лавин сублимационной перекристаллизации. Наиболее часто «спусковым крючком» являются снегопады и общие метели. При наличии в снежной толще разрыхленных слоев они также могут вовлекаться в движение и размеры лавин увеличиваются до крупных. Таким образом, перекристаллизация снежной толщи является только дополнительным фактором лавинообразования, определяющим размеры лавин.

Типизация зим в Северном Прибайкалье по снежности позволила установить, что на получающих основную массу осадков западных макросклонах в многоснежные зимы сходы крупных и особо крупных лавин редки, в то время как на подветренных восточных макро- и мезосклонах связь между размерами лавин и снежностью зим проявляется отчетливо.

Литература

- Агафонов Б.П. Распространение и прогноз физико-географических процессов в Байкальской впадине // Динамика Байкальской впадины. Новосибирск: Наука, 1975. С. 59–138.
- Будз М.Д. Снежные лавины // Инженерная геология. М.: Наука, 1968. С. 117–118.
- Володичева Н.А., Олейников А.Д., Володичева Н.Н. Катастрофические лавины и методы борьбы с ними // Лёд и Снег. 2014. № 53 (4). С. 63–71. DOI: [10.15356/2076-6734-2014-4-63-71](https://doi.org/10.15356/2076-6734-2014-4-63-71).

References

- Agafonov B.P. Rasprostranenie i prognoz fiziko-geograficheskikh protsessov v Baikal'skoi vpadine [Distribution and forecast of physical and geographical processes in the Baikal depression] *Dinamika Baikal'skoi vpadiny* [Dynamics of the Baikal depression]. Novosibirsk: Publ. Nauka, 1975, pp. 59–138. (In Russian).
- Budz M.D. Snezhnye laviny [Snow avalanches]. *Inzhenernaya geologiya* [Engineering Geology]. Moscow, Publ. Nauka, 1968, pp. 117–118. (In Russian).

- Воскресенский С.С., Трошкина Е.С. Геоморфология и лавины хребта Хамар-Дабан // Известия академии наук СССР. Серия географическая. 1971. № 14. С. 100–105.
- География лавин / Под ред. С.М. Мягкова, Л.А. Канаева. М.: МГУ, 1992. 330 с.
- Гляциологический словарь / Под ред. В.М. Котлякова. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 564 с.
- Гулевич В.П., Карбаинов Ю.М. О повторяемости крупных лавин в Южном Прибайкалье // Растительность хребта Хамар-Дабан. Новосибирск: Наука, 1988. С. 43–47.
- Гулевич В.П. Снежные лавины Прибайкалья // Материалы гляциологических исследований. 1992. Вып. 73. С. 131–135.
- Залиханов М.Ч. Снежно-лавиный режим и перспективы освоения гор Большого Кавказа. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1981. 376 с.
- Кириченко А.В., Напрасников А.Т. Оценка лавинной опасности хребта Хамар-Дабан // Записки Забайкальского филиала Географического общества СССР. 1973. Вып. 97. С. 91–107.
- Лавины в районе трассы БАМа. М.: Гидрометеиздат, 1984. 173 с.
- Рыбак О.Л. Условия формирования снежных лавин в районе хребта Хамар-Дабан // Проблемы регионального зимоведения. Выпуск 2. Материалы к второму научному совещанию по региональному зимоведению. 1968. С. 66–68.
- Солоненко В.П. Очерки инженерной геологии Восточной Сибири. Иркутск, 1960. 88 с.
- Сулаквелидзе Г.К. Некоторые физические свойства снежного покрова // Вопросы изучения снега и использования его в народном хозяйстве. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 24–54.
- Трошкина Е.С. Лавинный режим горных территорий СССР // Итоги науки и техники, гляциология. Серия Гляциология. Т. 11. М.: ВИНТИ, 1992. 186 с.
- Geografiya lavin [Geography of Avalanches]. Myagkov S.M., Kanaev L.A. (eds.). Moscow, Publ. of MSU, 1992. 330 p. (In Russian).
- Glyatsiologicheskii slovar' [Glaciological Dictionary] by Kotlyakov V.M. (ed.). Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 1984. 564 p. (In Russian).
- Gulevich V.P. Snezhnye laviny Pribaikal'ya [Snow avalanches in the Baikal region]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy [Materials of glaciological research]*, 1992, iss. 73, pp. 131–135. (In Russian).
- Gulevich V.P., Karbainov Yu.M. O povtoryaemosti krupnykh lavin v Yuzhnom Pribaikal'e [On the frequency of large avalanches in the Southern Baikal region]. *Rastitel'nost' khrebta Khamar-Daban [Vegetation of the Khamar-Daban ridge]*. Novosibirsk, Publ. Nauka, 1988, pp. 43–47. (In Russian).
- Kirichenko A.V., Naprasnikov A.T. Otsenka lavinnoi opasnosti khrebta Khamar-Daban [Assessment of the avalanche danger of the Khamar-Daban ridge]. *Zapiski Zabaikal'skogo otdela Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva SSSR [Notes of the Transbaikal Department of the All-Union Geographical Society of the USSR]*, 1973, iss. 97, pp. 91–107. (In Russian).
- Laviny v raione trassy BAMa [Avalanches near the BAM route]. Moscow, Publ. Gidrometeoizdat, 1984. 173 p. (In Russian).
- Rybak O.L. Usloviya formirovaniya snezhnykh lavin v raione khrebta Khamar-Daban [Conditions for the formation of snow avalanches in the area of the Khamar-Daban ridge]. *Problemy regional'nogo zimovedeniya. Vypusk 2. Materialy k vtoromu nauchnomu soveshchaniyu po regional'nomu zimovedeniyu [Problems of regional winter science. Iss. 2. Materials for the second scientific meeting on regional winter science]*, 1968, pp. 66–68. (In Russian).
- Shnyparkov A.L. Osobo krupnye laviny i usloviya ikh massovogo skhoda. Avtoref. diss... kand. geogr. nauk [Particularly large avalanches and conditions for their mass descent. Ph. D. (Geography) Thesis]. Moscow, Publ. of Moscow State University, 1990. 22 p. (In Russian).

Шныпарков А.Л. Особо крупные лавины и условия их массового схода. Автореф. дисс... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1990. 22 с.

Solonenko V.P. *Ocherki inzhenernoi geologii Vostochnoi Sibiri [Essays on engineering geology of Eastern Siberia]*. Irkutsk, 1960. 88 p. (In Russian).

Sulakvelidze G.K. Nekotorye fizicheskie svoistva snezhnogo pokrova [Some physical properties of the snow cover]. *Voprosy izucheniya snega i ispol'zovaniya ego v narodnom khozyaistve [Questions of studying snow and its use in the national economy]*. Moscow, Publ. of Academy of Science of USSR, 1955, pp. 24–54. (In Russian).

Troshkina E.S. Lavinnyi rezhim gornyx territorii SSSR [Avalanche regime of the mountain territories of the USSR] *Itogi nauki i tekhniki, glyatsiologiya. Seriya Glyatsiologiya. T. 11. [Results of science and technology, glaciology. Series Glaciology. Vol. 11]*. Moscow, Publ. of VINITI, 1992. 186 p. (In Russian).

Volodicheva N.A., Oleynikov A.D., Volodicheva N.N. Katastroficheskie laviny i metody bor'by s nimi [Catastrophic avalanches and methods of their control]. *Led i sneg [Ice and snow]*, 2014, vol. 53, iss. 4, pp. 63–71. (In Russian; abstract in English).

Voskresenskii S.S., Troshkina E.S. Geomorfologiya i laviny khrebt Khamar-Daban [Geomorphology and avalanches of the Khamar-Daban ridge]. *Izvestiya akademii nauk SSSR. Seriya geograficheskaya [Izvestiya Akad. Nauk SSSR. Seriya Geograficheskaya]*, 1971, no. 14, pp. 100–105. (In Russian).

Zalikhanov M.Ch. *Snezhno-lavinnyi rezhim i perspektivy osvoeniya gor Bol'shogo Kavkaza [Snow-avalanche regime and prospects for the development of the mountains of the Greater Caucasus]*. Rostov-na-Donu, Publ. of Rostov University, 1981. 376 p. (In Russian).