

УДК. 551. 578. 48

К ВОПРОСУ О ЛАВИННОЙ АКТИВНОСТИ ГЛЯЦИАЛЬНОГО ПОЯСА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ

Канд. геогр. наук И.В. Кондрашов
А.А. Мизин

На основании многолетних наблюдений снеголавинной станции Чимбулак рассматривается распределение лавин в течение года, по морфологическим и генетическим типам в малоизученном в лавинном отношении гляциальном поясе Заилийского Алатау. Приводятся сведения о колебании лавинной активности за последние 20 лет.

В Заилийском Алатау рассматриваемый высотный пояс расположен выше 3300-3400 м. Здесь сосредоточено около 300 ледников общей площадью 310 км² [6]. Это популярный район массового отдыха международного значения, рекреационные ресурсы которого в дальнейшем будут использоваться все шире. В то же время здесь ежегодно отмечается сход лавин, которые нередко сопровождаются жертвами. Так, в январе 1980 года только в одной небольшой по объему лавине (около 200 м³), сошедшей со склона пика Чкалова (3800 м), погибло семь альпинистов. Регулярные наблюдения за лавинами в гляциальном поясе Заилийского Алатау начаты в бассейне реки Малой Алматинки снеголавинной станцией Чимбулак Казгидромета в 1975 году. Здесь осуществляется комплекс регулярных снеголавинных наблюдений, включающий описание лавин, маршрутные снегосъемки с определением стратиграфии и физико-механических свойств снега на характерных склонах в диапазоне высот от 3600 до 4080 м. Описание лавин проводится также в верховьях рек Шилик, Турген, Есык, Талгар, Большая Алматинка, Карагалинка, Аксай и Каскелен во время аэровизуальных и экспедиционных обследований.

Необходимо отметить, что почти все лавины зарегистрированы со склонов, покрытых ледниками. Абсолютная высота отрыва в большинстве случаев превышала 3700–3800 м. В нижней части гляциального пояса на крутых осыпных участках морен самопроизвольный сход лавин практически не наблюдался. Лавины сходили только в результате нарушения равновесия снежной толщи за счет нагрузки от движущегося человека. Две такие лавины отмечены на морене ледника Туюксу в апреле и ноябре 1990 года. При этом погибло 8 человек. Многолетние наблюдения позволили выявить особенности режима лавин и дать некоторые рекомендации по безопасному проведению спортивных мероприятий в этом малоисследованном в лавинном отношении районе.

Гляциальный пояс Заилийского Алатау, особенно в центральной части хребта (междуречье Талгара и Большой Алматинки), отличается сильной расчлененностью рельефа. Склоны, ограничивающие ледники, как правило, очень крутые ($40-60^\circ$), пересечены многочисленными кулуарами – лотками, по которым и сходят лавины. На ровных участках крутых склонов обычны лавины-осовы. В восточной и западной части хребта (бассейны рек Турген и Каскелен) преобладают ледники плоских вершин [1]. Склоны характеризуются здесь небольшими уклонами и поэтому практически нелавиноактивны. В Заилийском Алатау в целом наибольшее распространение имеют висячие ледники, обладающие крутой поверхностью, обрывистыми боковыми стенками и являющиеся типичными местами схода часто повторяющихся лавин. Они не спускаются ниже 3500 м. Значительные по объему лавины преимущественно формируются в зоне аккумуляции долинных и котловинных ледников. Такие морфологические типы ледников встречаются в основном в центральной части хребта.

В Заилийском Алатау максимальное годовое количество осадков наблюдается в центральной части хребта на высотах 3400–3500 м и по данным суммарных осадкомеров составляет около 1400 мм. К западу от р. Большая Алматинка и восточнее р. Талгар этот показатель заметно ниже [5]. На-

ибольшее количество осадков выпадает в теплое время года, преимущественно в мае - июле (табл. 1). В холодный сезон, особенно в период с декабря по февраль, в гляциальном поясе вследствие низкого уровня конденсации количество осадков обычно меньше, чем в нижележащих зонах.

Температурный режим в рассматриваемом районе характеризуется большой продолжительностью холодного периода. Средние месячные температуры воздуха положительны лишь с июня по сентябрь. Максимальные температуры в этот период достигают 18-20 °С. Зимой средние месячные температуры воздуха ниже минус 15 °С не опускаются. Средние месячные значения скорости ветра не превышают 3 м/с. В холодный период, особенно в первые сутки после снегопадов, часто наблюдаются сильные ветры со скоростью 10-20 м/с, преимущественно южного и юго-западного направления. Под действием ветра сухой снежный покров сносится вниз по склону на пологие участки ледников и морен, что является одной из основных причин слабой лавинной активности в гляциальном поясе в холодный период. В основном вследствие этих ветров образуются снежные карнизы, приуроченные к пригребневым участкам северных и восточных склонов.

В Заилийском Алатау фирновая линия располагается на ледниках северных экспозиций на высотах 3700-3800 м, на ледниках восточных и западных экспозиций на высотах 3900-4000 м. Устойчивый снежный покров в зоне 3400-3600 м устанавливается во второй половине сентября и стаивает в середине июля. О распределении высоты снега в гляциальной зоне Заилийского Алатау можно судить по данным снегосъемок на горизонтальных площадках ледника Тукксу (см. табл.1).

По данным наблюдений за дистанционными рейками в зоне 3400-3700 м, наиболее заснеженными являются склоны северной ориентации. Разница в высоте снега на склонах северной и восточной экспозиции достигает 0,2-0,4 м, а на горизонтальных площадках - в среднем на 0,20 м меньше, чем на склонах северной ориентации.

Таблица 1

Среднее месячное количество осадков (X, мм) и средняя высота снега (h, м) на конец декады на горизонтальных площадках ледника Туяксу

Характеристика	Высота, м	Декада	Месяц												Год
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
X	3450	-	23	28	49	95	150	171	146	95	59	64	50	33	963
h	3600	-	0,75	0,80	0,95	1,10	1,30	1,00	0,30			*	0,40	0,70	-
			0,80	0,85	1,00	1,15	1,10	0,70	0,05			*	0,55	0,70	-
			0,80	0,90	1,10	1,20	1,05	0,50	*			0,30	0,65	0,75	-
h	4080	1	-	-	-	-	-	1,40	0,80	0,10		-	-	-	-
		2	-	-	-	-	1,20	1,20	0,50			-	-	-	-
		3	-	-	-	-	1,30	1,00	0,30			-	-	-	-

Примечание. Знак (*) означает, что снежный покров наблюдался менее, чем в 50 % случаев; знак тире означает, что данные наблюдений отсутствуют.

В гляциальном поясе центральной части хребта Заилийского Алатау лавины сходят практически синхронно и имеют сходные характеристики. Поэтому выводы, полученные во время наблюдений за лавинами на ледниках в верховьях р. Малой Алматинки, можно распространить на всю центральную часть хребта. В рассматриваемом районе в зависимости от метеорологических условий количество и объем лавин в отдельные годы существенно различаются (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика лавинной деятельности в отдельные годы на ледниках верховьев р. Малой Алматинки

Год	Число лавин	Суммарный объем лавин за год, тыс. м ³	Максимальный объем лавин, тыс. м ³	Суммарное количество осадков за период с апреля по июль, мм	Количество осадков за год, мм
1975	24	106	35,8	542	1020
1976	46	78	10,0	643	1033
1977	34	42	7,8	436	888
1978	13	83	55,4	482	734
1979	15	21	4,5	675	1039
1980	15	18	5,8	599	1002
1981	40	37	6,7	728	1168
1982	16	4	1,0	390	751
1983	14	50	15,0	623	910
1984	11	10	2,0	471	777
1985	7	11	3,3	585	1066
1986	16	31	7,5	613	1014
1987	14	56	11,2	641	1237
1988	12	20	4,0	603	1007
1989	11	10	2,4	613	1065
1990	11	19	4,5	546	972
1991	4	1	0,3	404	-
1992	17	39	4,8	-	-
1993	33	115	14,5	-	-
1994	16	25	4,8	-	-

Выше 3700 м направление метелевого переноса становится преимущественно западным и юго-западным. В результате этого на подветренных склонах восточной ориентации в период с декабря по май высота снега уже на 0,2-0,4 м больше, чем на северных, а на западных склонах, являющихся наветренными, она на 0,6-0,9 м меньше [3].

Условия формирования и развития снежной толщи в гляциальной зоне имеют ряд особенностей по сравнению с нижележащими зонами. Эти особенности определяют особый режим лавин. В период с ноября по февраль отложение выпавшего снега в зоне выше 3400 м сопровождается обычно сильным ветром, обуславливающим образование на поверхности снежного покрова ветровой корки или ветрового наста, которые увеличивают устойчивость снега. В это же время из-за небольших градиентов температур процессы сублимационного разрыхления в снежной толще протекают менее интенсивно, чем в нижележащих зонах, чем и объясняется отсутствие горизонтов со слабой поверхностной плотностью. Установлено, что плотность и прочностные свойства снега (поверхностная плотность, сопротивление разрыву) в Заилийском Алатау увеличиваются с высотой местности [3]. Поверхностная плотность снежного покрова в нижних горизонтах снежной толщи имеет значительные величины - порядка 400-500 кг/м². В то же время нагрузка на эти горизонты также весьма значительна - до 700 мм. В результате коэффициент устойчивости снежной толщи C/S , где C - поверхностная плотность снежного покрова в кг/м², а S - водность вышележащей толщи в мм, в большинстве случаев меньше 1 (см. рисунок). В отдельные сутки, когда $C/S > 1$, отрыв лавины происходит в верхних горизонтах снега, и сходят небольшие лавины. Необходимо отметить, что во всех случаях наблюдения проводились утром (9-10 ч). В это время верхние горизонты снега были мерзлыми, а температурный наст под действием солнца в период с мая по июнь разрушался обычно через 2-3 часа после его освещения солнцем, что и способствовало сходу лавин в дневные часы.

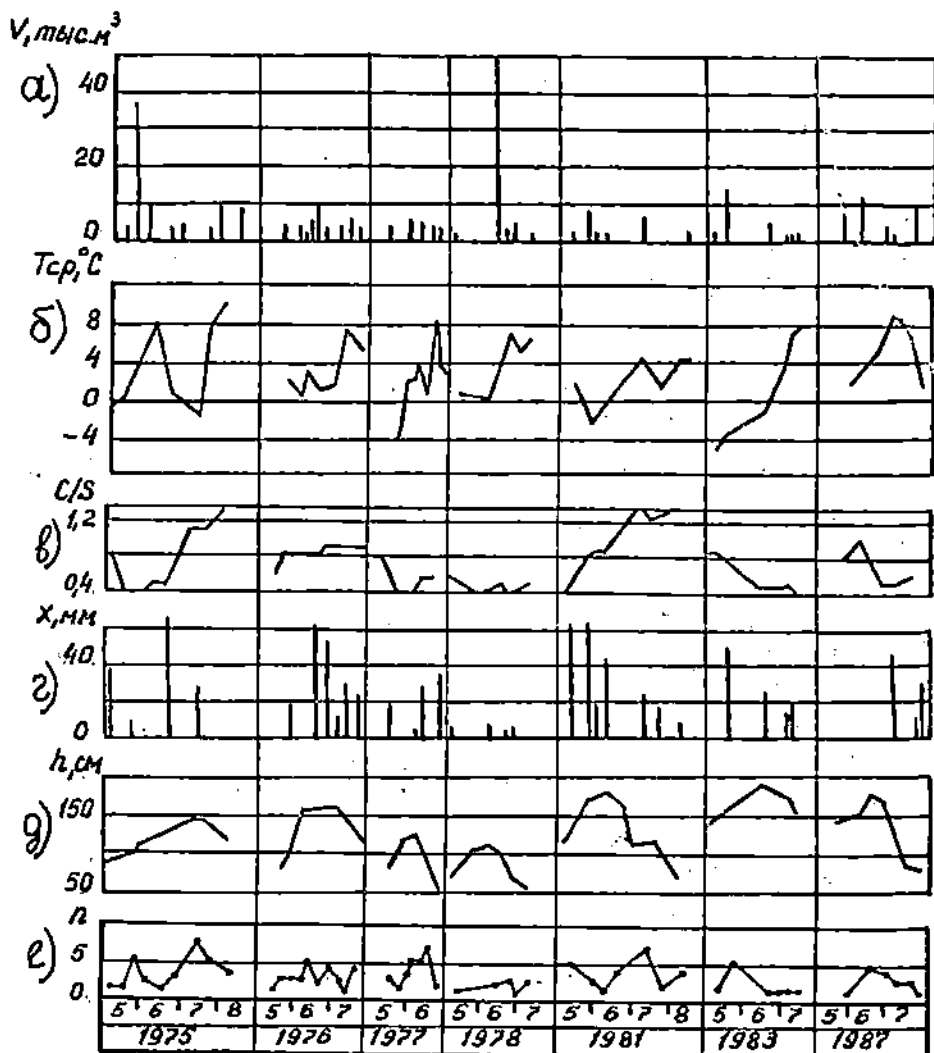


Рис. Изменчивость лавинной активности и факторов лавинообразования в гляциальной зоне бассейна Малой Алматинки. а) V - максимальный объем лавины, тыс. m^3 ; б) $T_{ср}$ - средняя температура воздуха в день схода лавины, $^{\circ}C$; в) C - поверхностная плотность снега, $кг/m^2$; S - водность снега, мм; г) X - количество осадков перед сходом лавин, мм; д) h - высота снежного покрова в зоне отрыва лавин, м; е) n - случаи схода лавин.

По основным характеристикам лавинного режима (количество сошедших лавин, суммарный и максимальный объем) каждый год имеет свои особенности, определяющиеся прежде всего снеготопотами и температурным режимом. В отдельные годы наблюдается резкое усиление лавинной активности, проявляющееся в массовом сходе лавин катастрофических объемов и необычной дальности их выброса. В гляциальной зоне за период регулярных наблюдений наиболее лавиноактивными были 1975 и 1993 годы, а за последние 50 лет, по данным очевидцев, — 1958 год. Ежегодный суммарный объем лавин на ледниках в верховьях р. Малой Алматинки может изменяться от 1 до 106 тыс. м³. Подвержены большим изменениям также и такие характеристики лавинной активности, как количество сошедших лавин, варьирующееся от 4 до 46, и их максимальный объем, колеблющийся от 0,3 до 55,4 тыс. м³ (см. табл. 2). Уровень лавинной активности в гляциальной и нижележащих зонах Заилийского Алатау часто не совпадает. Так, в исключительно лавиноактивные для среднегорного и высокогорного поясов зимы 1965–1966 и 1986–1987 гг. в гляциальной зоне схода экстремальных лавин не наблюдалось.

Это объясняется тем, что лавинная активность гляциального пояса определялась в первую очередь количеством осадков в период с апреля по июнь, так как именно в это время происходит снеготопотение на крутых склонах покрытых ледниками. О режиме лавин в гляциальном поясе можно судить по данным табл. 3. В периоды с января по март и с сентября по ноябрь, т.е. в холодную часть года, наблюдается сход лишь единичных лавин.

Они обусловлены снегопадами или вызваны случайными нарушениями равновесия снежной толщи альпинистами. В декабре лавины вообще не сходят из-за небольшого количества осадков, а также из-за интенсивного метелевого переноса, в результате чего с декабря по февраль крутые склоны нередко совсем лишены снежного покрова. Однако, эти факты еще не свидетельствуют об от-

Таблица 3

Число (n) и суммарный объем лавин (V, тыс. м³) на склонах различной ориентации на ледниках Верхоявев р. Малой Алдландики в период 1975-1991 гг.

Месяц	Ориентация склона												Сумма	Процент от общего числа
	С		СВ		В		З		СЗ		Сумма			
	n	V	n	V	n	V	n	V	n	V	n	V	n	V
1	4	1,9					1	0,3	4	1,9			1	0
2	3	0,9					1	2,4	4	1,2			1	0
3									1	2,4			0	0
4	7	6,5	1	0,4			3	3,5	12	10,8			4	2
5	19	104,9	8	2,0	6	10,9	4	4,3	14	25,2			18	25
6	64	184,0	13	29,5	9	10,3	19	20,2	21	38,3			45	48
7	43	68,5	3	2,1			5	5,5	17	15,6			25	17
8	6	23,8	2	7,3	3	7,2			8	31,2			3	5
9	1	2,7	1	0,6					2	3,3			1	1
10	4	7,9							4	7,9			1	1
11	3	4,5							3	4,5			1	1
12														
Сумма	154	405,6	28	41,9	18	28,4	31	31,1	55	82,6	286	591,6	100	100
Процент от общего числа	54	68	10	7	6	5	11	6	19	14	100	100	100	100

Снег, переносимый ветром, частично отлагается на подветренных склонах и в кулуарах. Часто на его поверхности образуются прочные спрессованные ветром слои снега, так называемые "ветровые доски". Они покоятся на нижележащих горизонтах, прочность которых, а, следовательно, и сопротивление нагрузкам, значительно меньше, чем у "ветровой доски". Резкое увеличение нагрузки вследствие выхода на лавиноопасные участки человека либо диких животных приводит нередко к разрыву снежной доски по линиям наибольших напряжений и, как следствие, к формированию лавин с захватом нижележащих относительно менее прочных горизонтов снежной толщи.

В средне- и высокогорье (1600-3300 м) наиболее опасны мокрые лавины. Сход их наиболее вероятен в марте-апреле. В эти месяцы снеготаяние на ледниках еще не начинается, поэтому лавины могут наблюдаться здесь только после обильных снегопадов. В гляциальном поясе благоприятные условия для схода лавин создаются в теплую половину года - в мае - июле: в результате интенсивной циклонической деятельности и конвекции наблюдается годовой максимум осадков на фоне максимальной высоты снега, высоких температур воздуха и наибольшего притока солнечной радиации. Максимум лавинной активности приходится на июнь. В этом месяце отмечается 48 % от общего числа лавин и 45 % от всего перемещенного лавинами снега (табл. 3).

В Заилийском Алатау лавинная активность, как и высота снега, в значительной мере определяется ориентацией склонов. Наибольшее число и максимальный суммарный объем лавин отмечаются на склонах северной ориентации, соответственно 54 и 68 % от их общих величин. Менее активно лавинная деятельность проявляется на склонах северо-западной, северо-восточной, восточной и западной ориентаций. Число лавин и величина перемещенного лавинами снега с этих склонов составляет соответственно 19 и 14, 11 и 6, 10 и 7, 6 и 5 % от их общих величин [4]. На склонах южной и близких к ней экспозиций оледенение отсутствует. Они обычно покрыты средне- и круп-

нообломочными осыпями, удерживающими снег на склонах. Поэтому сход лавин здесь не наблюдается. Эта закономерность справедлива только для северного склона Заилийского Алатау. На южном склоне, где расположены наиболее крупные ледники, лавины часто наблюдаются и на склонах южной экспозиции.

На ледниках Заилийского Алатау отмечается три типа лавин: связанные со снегопадами, оттепелями и с проникающей в снег солнечной радиацией (инсоляционные). Повторяемость их соответственно равна 34, 45 и 21 % от общего числа. Сход метелевых лавин (без снегопада) происходит крайне редко. Воздействие вышеупомянутых лавинообразующих факторов на сход лавин в чистом виде практически не наблюдается. Большинство лавин образуется в результате совместного влияния двух, а иногда и трех факторов, например, снегопада и метели, снегопада, оттепели и инсоляции и т.д.

Следует подчеркнуть, что выявленные в условиях среднегорья пороговые значения метеорологических условий, превышение которых обуславливает сход лавин, в гляциально-нивальном поясе существенно иные. Так, установлено, что в теплый период года при снегопадах, отмечающихся при температурах воздуха близких к 0°C , для схода лавин необходимо заметно большее количество осадков (не менее 20-25 мм/сут) по сравнению с холодным периодом года (не менее 10-15 мм/сут) (см. рисунок). Это объясняется более значительной связностью кристаллов свежеснег выпавшего снега при высоких температурах воздуха во время снегопада, чем при низких температурах.

Отрыв лавин, обусловленных снегопадами, обычно происходит по контакту со старым снегом. Пришедший в движение слой свежеснег выпавшего снега за счет большой кинетической энергии часто захватывает нижележащие более прочные горизонты снежной толщи. Инсоляционные лавины сходят в результате таяния верхних слоев снега за счет проникающей в него солнечной радиации при отрицательной температуре воздуха. Сход их отмечается в основном в мае - начале июня. Они

ется в основном в мае - начале июня. Они обычно имеют небольшие объемы (до 1000 м³) и отрываются из точки.

В гляциальном поясе Заилийского Алатау, как и в других высокогорных районах [7], наблюдались также особый тип лавин, вызванный обвалами льда с покрытых ледниками склонов. Такие лавины зарегистрированы на северном склоне пика Потребецкого (бассейн Малой Алматинки) и на леднике Крошка (бассейн Среднего Талгара).

В заключение можно сделать следующие выводы. В гляциальном поясе Заилийского Алатау наблюдаются три типа лавин: связанные со снегопадами, оттепелями и с проникающей в снег солнечной радиацией. Повторяемость их соответственно равна 34, 45, и 21% от их общего числа. В зоне выше 3500 м максимум лавинной активности приходится на теплый период года (май-июль). В холодный период года (октябрь-март) наблюдается сход лишь единичных лавин, обусловленных снегопадами или вызванных случайными нарушениями равновесия снежной толщи. Наиболее благоприятным временем для проведения туристских и альпинистских мероприятий является август и сентябрь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог ледников СССР/ Бассейн озера Балхаш. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 178 с.
2. К вопросу о вертикальном распределении снегозапасов на склонах различной ориентации в бассейне Малой Алматинки. Кондрашов И.В., Подстречный А.Н. и др. // Тр. САРНИГМИ. - 1990. - Вып. 136(217). - С. 3-14.
3. Кондрашов И. В. Особенности лавинообразования в гляциальной зоне Заилийского Алатау (на примере Малоалматинских ледников). // Сб. работ Алма-Атинской гидрометобсерватории. - 1978. - Вып.7. - С. 35-48.
4. Кондрашов И. В. Прогноз лавин и некоторых характеристик снежности в горах Казахстана. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 72 с.

6. Токмагамбетов Г. А. Ледники Заилийского Алатау. - Алма-Ата: Наука, 1976. - 365 с.
7. Фрейфельд В. Я. О фирново-ледовых лавинах в бассейне ледника Фортамбек// Тр. САРНИГМИ. - 1979. - Вып. 64 (145). - С. 95-103.

Снеголавинная станция
"Чимбулак" Казгидромета

ІЛЕ АЛАТАУ БОИЫ МҰЗДЫҚ БЕЛДЕУЛЕРІНДЕГІ КӨШКІНДЕРДІҢ БЕЛСЕНДІЛІГІ МӘСЕЛЕСІНЕ ОРАЙ

Геогр. ф. канд. И.В. КОНДРАШЕВ
А.А. МИЗИН

Шыңбулак қар көшкіні стансасының көп жылғы бақылаулары негізінде Іле Алатауы бойы мұздық белдеулердегі аз зерттелген морфологиялық және генетикалық типтер көшкінінің жыл бойғы мұздықтардың бөлінуі қарастырылады. Соңғы 20 жылдағы көшкіндердің белсенділігіндегі ауытқушылық туралы мәліметтер келтіріледі.