

Лавинные комплексы территорий населенных пунктов Сахалинской области

Avalanche complexes of the territories of the Sakhalin Region settlements

РЫБАЛЧЕНКО С.В.

Инженер лаборатории лавинных и селевых процессов Сахалинского филиала Дальневосточного геологического института ДВО РАН, аспирант Дальневосточного геологического института ДВО РАН, rybalchenko_sv@mail.ru

RYBALCHENKO S.V.

An engineer of the laboratory of avalanche and mudflow processes of the Sakhalin Branch of the Far Eastern Geological Institute of the FEB RAS, a postgraduate student of the Far Eastern Geological Institute of the FEB RAS

Ключевые слова: Сахалинская область; населенные пункты; природный лавинный комплекс (ПЛК); лавина; лавиноопасная зона; лавинная опасность.

Аннотация: в 2008–2009 гг. в ходе оценки лавинной опасности для территорий всех населенных пунктов Сахалинской области в лаборатории лавинных и селевых процессов Сахалинского филиала ДВГИ ДВО РАН было выделено три класса природных лавинных комплексов (ПЛК), характерных для изучаемого региона, и была произведена классификация лавиносборов по этим классам. В настоящей статье дается их краткая характеристика. Показано, что доминирующим фактором лавинных процессов в Сахалинской области, определяющим режим и параметры лавин, опасных для социально-экономических объектов, является перекристаллизация снежной толщи.

Key words: Sakhalin Region; settlements; natural avalanche complex; snow avalanche; avalanche zone, avalanche hazard.

Abstract: in 2008–2009 during estimating avalanche hazard for the territories of all the Sakhalin Region settlements the Laboratory of avalanche and mudflow processes of the Sakhalin Branch of the Far Eastern Geological Institute of the FEB RAS divided the natural avalanche complexes of the Sakhalin Region into three classes that was typical for the region and classified the avalanche slopes by these classes. This article provides a brief description of them. The author shows that the dominant factor of the avalanche processes in the Sakhalin Region that determines the mode and parameters of the hazardous avalanches is the snow layer recrystallization.

Введение

Сахалинская область входит в ряд регионов Российской Федерации, в которых лавинные процессы представляют большую опасность для населения и хозяйства. Лавиноопасные территории пересекают всю производственно-селитебную зону — от горных вершин до морских побережий. Практиче-

ски нет ни одной отрасли хозяйства, в которой не сказывалось бы отрицательное воздействие снежных лавин.

Отсутствие крупномасштабных карт лавинной опасности для территорий населенных пунктов Сахалинской области не позволяло до сих пор эффективно ими управлять, способствовать их устойчивому развитию, обеспечивать безопасные и благопри-

ятные условия для жизнедеятельности населения. Наличие таких карт (схем, планов) позволит наиболее полно прорабатывать мероприятия, способствующие защите населения и хозяйственных объектов области от лавинных процессов, и производить выбор площадок для размещения объектов капитального строительства в соответствии с требованиями надежности и безопасности.

В разных классах природных лавинных комплексов (ПЛК) лавиносборы отличаются устойчивыми морфологическими и морфометрическими характеристиками, которые определяют динамические характеристики и уровни воздействия лавин [1, 9]. Поэтому наличие классификации лавиносборов по их принадлежности к ПЛК того или иного класса позволит разработать алгоритм оценки территорий в отношении лавинной опасности и определять характеристики лавин на стадии камеральной обработки.

В 2008–2009 годах лабораторией лавинных и селевых процессов Сахалинского филиала Дальневосточного геологического института (ДВГИ) ДВО РАН впервые была выполнена оценка лавинной опасности для территорий всех населенных пунктов Сахалинской области. Для этих территорий было подсчитано общее количество лавиносборов, которые были распределены по классам природных лавинных комплексов (табл. 1, 2). В лаборатории впервые были разработаны схемы планировочных ограничений (лавиноопасных зон) к генпланам населенных пунктов в масштабах 1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:25 000 для всех лавиноопасных территорий Сахалинской области.

Природный лавинный комплекс включает в себя лавиносбор, снежный покров в нем, сходящие с него лавины, лавинные отложения, а также часть прилегающей к лавиносбору территории, которая влияет на лавинные процессы [2].

На основании анализа группы факторов лавинных процессов (геологических, геоморфологических, ландшафт-



Рис. 1. Горный класс лавинного комплекса (с. Бошняково, фото Е.Н. Казаковой)

ных, гидрометеорологических) в Сахалинской области было выделено *три класса природных лавинных комплексов*: (1) горный; (2) предгорный; (3) береговой [5, 8]. Рассмотрим их более подробно.

1. Горный класс ПЛК. На территориях населенных пунктов Сахалинской области к горному классу лавинных комплексов относятся 1617 лавиносборов (44%), из которых 617 являются потенциально опасными, то есть в настоящее время проявлений лавинных процессов там нет и угрозы для сооружений они не представляют, однако при антропогенном воздействии (например, при уничтожении лесов) сходы лавин могут начаться. Общая площадь лавиносборов, относящихся к этому классу, составляет 3417 га. Абсолютные отметки рельефа на территориях населенных пунктов не превышают 400 м, в среднем составляя 200–300 м. Глубина расчленения рельефа составляет 50–300 м. Лавинные процессы носят характер, присущий таковым в высокогорье [3, 10] (рис. 1).

Преобладающий тип лавиносборов (941) — осовый. Лавиносборов лоткового типа — 643. Средние объемы лавин — 2000 м³, максимальные — 30 000 м³. Частота формирования лавин максимальных объемов — 1 раз в 5–10 лет.

Высокая степень интенсивности проявления лавинных процессов в лавинных комплексах горного класса на территориях населенных пунктов Сахалинской области и формирование лавин больших объемов обусловлены большой глубиной расчленения рельефа, большим количеством твердых осадков (до 350 мм за снегопад, до 127 мм за сутки, до 43 мм за час) и сильной перекристаллизацией снежной толщи, которая играет ведущую роль в формировании катастрофических лавин [4].

2. Предгорный класс ПЛК. Природные лавинные комплексы предгорного класса характерны для межгорных тектонических впадин, холмисто-волнистых предгорных равнин и предгорных шлейфов с пологими склонами. Лавинные комплексы формируются на склонах речных долин и оврагов. Абсолютные высоты и глубина расчленения рельефа на территориях населенных пунктов — 100–200 м (рис. 2, 3).

Общее количество лавиносборов предгорного класса ПЛК в населенных пунктах Сахалинской области составляет 761, из них потенциально опасных — 151. Общая площадь лавиносборов — 610 га.

Преобладающий тип лавиносборов (456) — осовый. Лавиносборов лоткового типа — 315. Средние объемы лавин горного класса составляют 500 м³, максимальные — 15 000 м³. Частота схода лавин максимальных объемов — 1 раз в 5–10 лет.

3. Береговой класс ПЛК. Лавинные комплексы берегового класса форми-



Рис. 2. Предгорный класс лавинного комплекса. Осовый склон (г. Корсаков, фото Ю.В. Генсировского)

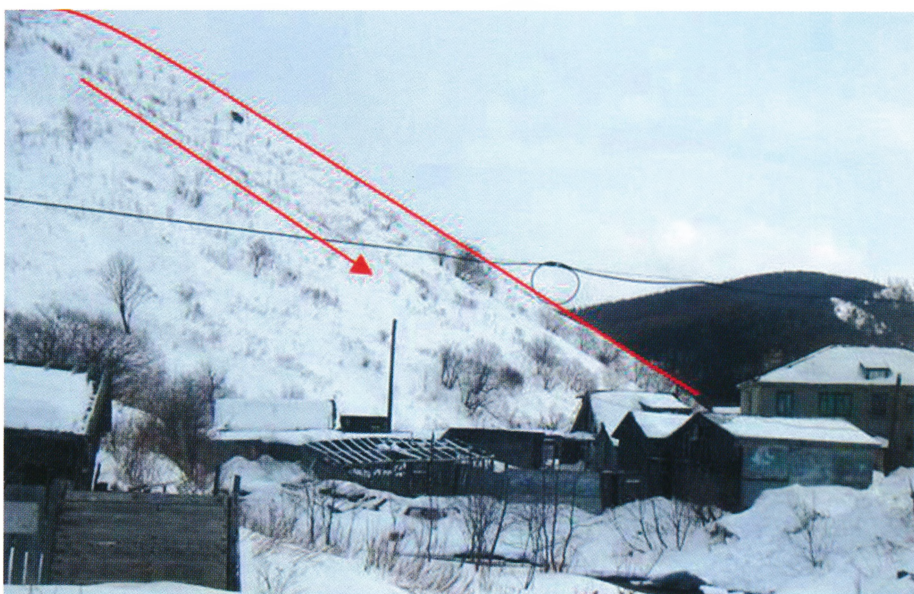


Рис. 3. Предгорный класс лавинного комплекса. Осовый склон (с. Новиково, фото Е.Н. Казаковой)



Рис. 4. Береговой класс лавинного комплекса. Морская терраса. Осовый склон, осложненный мелкими эрозионными врезам (автомобильная дорога Холмск — Ильинский, фото В.И. Окопного)

Таблица 1

Классы природных лавинных комплексов на территориях населенных пунктов Сахалинской области

Населенный пункт	Классы природных лавинных комплексов																						
	Горный							Предгорный					Береговой										
													Морские террасы					Речные террасы					
	Численность населения, чел.*	Общая площадь лавиносборов, га**	Кол-во лавиносборов		Морфологический тип лавиносборов		Ср. относительная высота лавиносборов, м **	Общая площадь лавиносборов, га**	Кол-во лавиносборов		Морфологический тип лавиносборов		Ср. относительная высота лавиносборов, м **	Общая площадь лавиносборов, га**	Кол-во лавиносборов		Морфологический тип лавиносборов		Ср. относительная высота лавиносборов, м **				
все-го			из них потенциально опасных	осо-вы	лот-ки	все-го			из них потенциально опасных	осо-вы	лот-ки	все-го			из них потенциально опасных	осо-вы	лот-ки						
г. Александровск-Сахалинский	11 632							11,8	34	23	18	16	43	11,8	12	3	12		26				
с. Дуэ	176	88,4	26	10	8	18	111							11,7	4		3	1	70				
с. Мгачи	1636													3,5	2		2		30	4,2	2		45
с. Арково	242	60,8	13		7	6	105																
с. Арково-Берег	31																	1,4	1		1	17	
с. Первомайск	1454								1		1												
г. Углегорск	12 334							201,8	177	42	93	84	51	148,6	117		92	25	33				
г. Шахтерск	10 137							261,5	363		250	113	38	24,1	70		46	24	23				
с. Краснополюе	735	35,0	14	10	10	4	110																
с. Медвежье	190																			1		1	
с. Прудное	50		4	2	3	1	150																
с. Лесогорское	481	72,7	10		4	6	139																
с. Надеждино	14								1	1	1												
с. Тельновское	101	113,5	39	16	24	15	97																
с. Ударное	235							2,5	30	28	12	28	44										
с. Бошняково	1400	373,2	34		26	8	218	32,1	9		6	3	75										
г. Макаров	6758							18,1	65	37	33	31	44	74,1	47		31	16	76				
с. Восточное	514													29,3	3		3		58				
г. Томари	4843							63,9	38		7	31	67	3,3	8		6	2	38				
с. Неводское	3													5,1	3		3		29				
с. Быков	4465	117,3	54		28	26	105																
с. Взморье	755	49,8	2		1	1	160							57,9	6		2	4	100				
г. Холмск	32 277	756,3	403	109	272	131	66							177,5	211		142	69	39				
с. Байково	2													25,3	47		25	22	65				
с. Зырянское	13		14	14	11	3								92,6	104		24	80	21,7				
с. Калинино	75	102,2	11		4	7	176							43,7	74		44	67	11,1				

[illegible]

****Без потенциально опасных лавиносборов.**

Таблица 2

Классы природных лавинных комплексов на территориях населенных пунктов Сахалинской области							
Класс	Подкласс	Кол-во лавиносборов			Общая площадь лавиносборов, га**	Морф. тип лавиносборов	
		всего	%	из них потенциально опасных		осовы	лотки
Горный		1617	44	617	3170	941	643
Предгорный		771	21	151	646	462	318
Береговой	морские террасы	1238	34	41	1628	753	494
	речные террасы	31	1	9	10	29	2

руются на склонах морских аккумулятивных и аккумулятивно-денудационных террас. Абсолютные высоты рельефа на территориях населенных пунктов — от 0 до 200 м, глубина расчленения — от 20 до 200 м (рис. 4, 5).

Общее количество лавиносборов на склонах морских террас в населенных

пунктах Сахалинской области составляет 1246, из них потенциально опасных — 41. Общая площадь лавиносборов — 1650 га.

Преобладающий тип лавиносборов (941) — лотковый. Лавиносборов осового типа — 643. Средние объемы лавин — до 3000 м³, максимальные —

до 45000 м³ [6, 7]. Частота формирования лавин максимальных объемов — 1 раз в 3 года.

Основной тип ущерба от лавин данного класса в населенных пунктах — завалы автомобильных и железных дорог, разрушение и повреждение частных жилых домов, завалы улиц.

В ходе работ в береговом классе ПЛК был выделен *подкласс лавинных комплексов, формирующихся на склонах речных террас*. Характерные для них абсолютные высоты рельефа составляют 0–25 м (рис. 6). На территориях населенных пунктов Сахалинской области выделен 31 лавиносбор данного подкласса. Объемы лавин, сходящих со склонов речных террас, достигают 500 м³. В рассматриваемом регионе достаточно часты случаи попадания людей в такие лавины.

Доминирующим фактором, определяющим режим и параметры лавин, опасных для людей и социально-экономических объектов области, является отмечавшаяся выше сублимационная перекристаллизация снежного по-

Таблица 3

Стратиграфическая колонка снежной толщи в лавиносборе горного класса ПЛК (с. Синегорск, 28.01.2009 г.)*								
№ слоя	Глубина контакта, см	Высота контакта, см	Тип снега и класс формы кристалла (по Э.Г. Коломыцу); текстура слоя	Плотность, г/см³	Водность, мм	Диаметр кристалла, мм		Температура, °С
						средн.	макс.	
								-10,2
11	3	108	✕ ///	0,12	3,60			-10,3
10	16	105	⊖ ///	0,13	16,90			-7,6
9	21	92	⊖ ///	0,16	8,00			-7,1
8	23	87	■ ///	0,26	5,20	0,2	0,5	-6,1
7	33	85	■ ∽	0,16	16,00	0,4	1,0	-4,0
6	46	75	■ ∽	0,21	27,30	0,3	0,5	-3,0
5	59	62	■ ∽	0,21	27,30	0,4	0,7	-1,5
4	73	49	▣ ∽	0,24	33,60	0,7	1,0	-0,7
3	87	35	▣ ▣ ∽	0,32	44,80	1,0	1,7	-0,2
2	98	21	▣ ▢ ∽	0,34	37,40	1,4	2,0	0,3
1	108	10	▣ ▴ ∽	0,30	30,00	1,5	2,8	0,5
			Суммарный водозапас		246,50			
			Средняя плотность		0,23			
Средняя высота по данным снегосъемки, см					105		Водозапас	246,5
Экспозиция			Абс. высота, м				Уклон, град.	45
Температура возд.			-9,9	Почва		таяя	Ветер	штиль
Погода			ясно	Облачность		0/10		
Кoeff. перекристаллизации			0,81	Выполнил		Рыбальченко С.В., Михалев М. В.		
Кoeff. вторичного расслоения			0,40	Обработал		Рыбальченко С.В., Боброва Д. А.		
Кoeff. стратиграфии			0,79	Проверил		Генсиоровский Ю. В.		
* Условные обозначения см. в табл. 7.								

* Условные обозначения см. в табл. 7.

**Стратиграфическая колонка снежной толщи в лавиноборе предгорного класса ПЛК
(г. Южно-Сахалинск, предгорье Сусунайского хребта, 24.02.2010 г.)***

№ слоя	Глубина контакта, см	Высота контакта, см	Тип снега и класс формы кристалла (по Э.Г. Коломыцу); текстура слоя	Плотность, г/см³	Водность, мм	Диаметр кристалла, мм		Темпе- ратура, °С	Дата формирования слоя	Возраст слоя, сут.
						средн.	макс.			
								-1,2		
13	11	90	↘ ~	0,12	13,20			-6,5	22–23.02.2010	1
11	17	79	⬛ ▽ ▽ ▽	0,16	9,60			-5,2	09–10.02.2010	14
10	25	73	⬛ ▽ ▽ ▽	0,20	16,00			-4,2	07.02.2010	17
9	30	65	■ ■ ▽ ▽	0,22	11,00	0,5	1,3	-3,2	30–31.01.2010	25
8	36	60	■ ■ ▽ ▽ ▽	0,24	14,40	0,9	1,8	-2,5	25–27.01.0110	27
7	42	54 →	■ ▽ ▽ } ▫ ▫ }	0,28	16,80	0,9	1,8	-2,1	15–16.01.2010	38
6	49	48	▫ ▫ ▽ } ▫ ▫ ▽ }	0,32	12,00	1,0	2,3	-1,6	05–07.01.2010	49
5	59	41	▫ ▫ ▽ } ▫ ▫ ▽ }	0,38	38,00	1,0	1,8	-1,4	01–04.01.2010	52
4	70	31	▫ ▫ ▽ } ▫ ▫ ▽ }	0,36	39,60	1,1	1,8	-1,1	28–31.12.2010	55
3	74	20	▫ ▫ ▽ } ▫ ▫ ▽ }	0,34	13,60	1,2	2,0	-0,8	12–13.12.2009	72
2	80	16 →	▫ ▫ } лос ▫ ▫ } лос	0,36	21,60	1,5	2,6	-0,4	05–08.12.2009	79
1	90	10	▫ ▫ } см ▫ ▫ } см	0,36	36,00	1,3	2,3	0,1	14–23.11.2009	100
		0	Суммарный водозапас			241,80				
			Средняя плотность			0,27				
Средняя высота по данным снегосъемки, см						102		Водозапас		102
Экспозиция			З	Абс. высота, м			100	Уклон, град.		3
Температура возд.			-4,6	Облачность			10/0	Ветер		СЗ 1–2 м/с
Погода			ясно	Почва			таяя	Влажность возд., %		54
Подстилающая поверхность			высокотравье	Растительность			Молодой березово-ольховый лес			
Кэфф. перекристаллизации			0,72	Выполнил			Окопный В.И., Жируев С.П.			
Кэфф. вторичного расслоения			0,74	Обработал			Окопный В.И.			
Кэфф. стратиграфии				Проверил			Генсиоровский Ю.В.			

* Условные обозначения см. в табл. 7.

крова. Как показывают наблюдения за лавинным режимом на территориях всех населенных пунктов изучаемого региона, интенсивность лавинных процессов, объем и энергия лавин зависят в большей степени от стадии метаморфизма снежного покрова, чем от морфометрических характеристик лавиносборов (табл. 3–7).

Выводы

В ходе работы были классифицированы лавиносборы на территориях всех населенных пунктов Сахалинской области по трем классам лавинных комплексов, характерных для данного региона: горному (44% лавиносборов), предгорному (21%) и береговому (35%). В составе последнего класса был выделен подкласс лавинных комплексов, формирующихся на склонах речных террас (1% лавиносборов).



Рис. 5. Морская терраса. Осовный склон (с. Горнозаводск, фото В.И. Окопного)

Стратиграфическая колонка снежной толщи в лавиносборе берегового класса ПЛК (морская терраса, г. Невельск, 31.02.2009 г.)*

№ слоя	Глубина контакта, см	Высота контакта, см	Тип снега и класс формы кристалла (по Э.Г. Коломыцу); текстура слоя	Плотность, г/см³	Водность, мм	Диаметр кристалла, мм		Температура, °С
						средн.	макс.	
								-4,4
6	1	26	×	0,06	0,60			-2,4
5	3	25	—	0,600	12,00			-2,6
4	5	23 →	■ ▯ ∞	0,2	4,00	0,5	1,0	-4,1
3	13	21	■ ∩	0,22	17,60	0,2	0,5	-3,4
2	18	13	□ □ ∞	0,27	13,50	2,0	3,0	-2,3
1	26	8	□ □ ∞	0,21	16,80	2,5	3,2	-1,2
			Суммарный водозапас		63,90			
			Средняя плотность		0,26			
Средняя высота по данным снегосъемки, см					20	Водозапас	51,1	
Экспозиция				3	Абс. высота, м	20	Уклон, град.	42
Температура возд.				-5,3	Почва	мерзлая	Ветер	5 м/с
Погода					Облачность	10		
Коефф. перекристаллизации				0,88	Выполнил	Рыбальченко С.В., Михалев М.В.		
Коефф. вторичного расслоения				0,57	Обработал	Михалев М.В., Боброва Д.А.		
Коефф. стратиграфии				0,88	Проверил	Генсиоровский Ю.В.		

* Условные обозначения см. в табл. 7.

Таблица 6

Стратиграфическая колонка снежной толщи в лавиносборе берегового класса ПЛК (речная терраса, г. Томари, 04.02.2009 г.)*

№ слоя	Глубина контакта, см	Высота контакта, см	Тип снега и класс формы кристалла (по Э.Г. Коломьцу); текстура слоя	Плотность, г/см³	Водность, мм	Диаметр кристалла, мм		Температура, °С
						средн.	макс.	
								-0,7
7	4	25		0,24	9,60	0,3	0,5	-3,9
6	10	21		0,29	17,40	0,5	1,0	-3,5
5	12	15		0,5	10,00			-2,9
4	19	13 		0,16	11,20	1,0	2,5	-2,7
3	21	6		0,45	9,00			-2,7
2	25	4		0,26	10,40	2,0	4,0	+1
			Суммарный водозапас	58,00				
			Средняя плотность	0,28				
Средняя высота по данным снегосъемки, см					23		Водозапас	63,5
Экспозиция				Ю	Абс. высота, м		Уклон, град.	30
Температура возд.				-4,3	Почва	мерзлая	Ветер	7 м/с
Погода				ясно	Облачность	0/2		
Кoeff. перекристаллизации				1,00	Выполнил	Рыбальченко С.В., Боброва Д.А.		
Кoeff. вторичного расслоения				0,16	Обработал	Рыбальченко С.В., Боброва Д.А.		
Кoeff. стратиграфии				0,52	Проверил	Генсиоровский Ю.В.		
* Условные обозначения см. в таблице 7.								

Условные обозначения к стратиграфическим колонкам снежного покрова (табл. 3–6)				
Тип снега и класс формы ледяного кристалла (по Э.Г. Коломцу)			→	Лавиноопасный слой
Класс форм ледяных кристаллов	Тип снега	Стадия метаморфизма	2. Твердость первично-идиоморфного снега, кг/м ²	
1.1. Первично-идиоморфный			≈	очень мягкий <0,05
×	свежевыпавший		~	мягкий 0,05–0,5
└┐	обломочный		///	твердый 2,5–10,0
⊖	сублимационно-полиэдрический		3. Текстура вторично-идиоморфного снега	
⊗	коррозионно-полиэдрический		⋈	столбчатая
●●	режеляционно-полиэдрический		⋈	волокнистая
1.2. Вторично-идиоморфный		Конструктивная	///	монокристаллическая
■	гранный плоский		4. Состояние снега	
■	гранный столбчатый			влажный
└┐	гранный; нерасчлененные формы			
▤	полускелетный плоский			мокрый снег
▤	полускелетный столбчатый		⋈	режеляционная корка
▤	полускелетный; нерасчлененные формы			
□	скелетный плоский		—	ледяная корка
□	скелетный столбчатый		⋈	нерасчлененные кластеры режеляционных кристаллов
▤	скелетный; нерасчлененные формы			
			5. Подстилающая поверхность	
≡	секториальный	Регрессивная	~	кедровый стланик
≡	пластинчатый		∨	курильский бамбук
			∨	трава

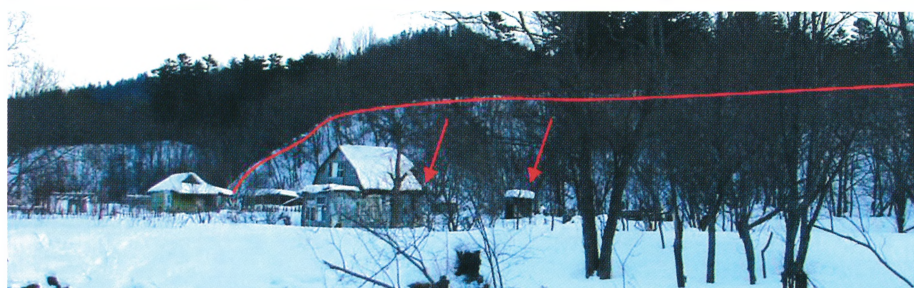


Рис. 6. Речная терраса. Осовный склон (с. Чехов, фото Д.А. Бобровой)

Доминирующим фактором лавинных процессов в Сахалинской области, определяющим режим и параметры лавин, опасных для социально-экономических объектов, является перекристаллизация снежной толщи.

Автор выражает благодарность за помощь в работе Н.А. Казакову, Ю.В. Генсировскому, В.И. Окопному, Д.А. Бобровой, Е.Н. Казаковой, И.А. Кононову, В.А. Лобкиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Боброва Д.А. Зависимость динамических характеристик лавин на о. Сахалин от морфологии и морфометрии лавиносбора // Геориск. 2009. № 4. С. 14–17.
- Божинский А.Н., Лосев К.С. Основы лавиноведения. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 280 с.
- Генсировский Ю.В. Генезис лавин весеннего снеготаяния (на примере Восточно-Сахалинских гор) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. М.: МАИК, 2008. № 1. С. 67–71.
- Казаков Н.А. Зависимость максимальной дальности выброса и скорости лавины от стадии метаморфизма снежной толщи: тезисы докладов III Международной конференции «Лавины и смежные вопросы». Кировск, 2006. С. 69–70.
- Казаков Н.А. Природный лавинный комплекс как триггерная геосистема: предпосылки управления лавинным процессом // Оценка и управление природными рисками: материалы общероссийской конференции «Риск-2003». М.: АНКИЛ, 2003. С. 344–348.
- Казаков Н.А., Генсировский Ю.В. Формирование лавин экстремальных объемов в низкорельефе о. Сахалина: материалы симпозиума «Гляциология в канун Международного полярного года». М.: ИГ РАН, 2006. С. 46.
- Казаков Н.А., Генсировский Ю.В., Казакова Е.Н. Лавины на низких склонах: тезисы докладов XIV гляциологического симпозиума «Гляциология от Международного геофизического года до Международного полярного года». Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2008. С. 48.
- Казаков Н.А., Древило М.С., Генсировский Ю.В., Жируев С.П., Окопный В.И. Природные лавинные комплексы Сахалинской области: тезисы докладов III Международной конференции «Лавины и смежные вопросы». Кировск, 2006. С. 72–74.
- Казакова Е.Н. Зависимость динамических характеристик лавин на о. Сахалин от их генетических типов // Геориск. 2009. № 4. С. 10–13.
- Окопный В.И., Жируев С.П., Генсировский Ю.В., Аникин В.А. Лавинный режим Восточно-Сахалинских гор // Материалы гляциологических исследований. Вып. 87. М.: ИГ РАН, 1999. С. 211–215.