

УДК 551.578.48

DOI: 10.34753/HS.2019.1.3.006

ЛАВИННЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ ОСТРОВА САХАЛИН И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ **AVALANCHE GEOSYSTEMS OF SAKHALIN ISLAND AND KURIL ISLANDS**

Н.А. Казаков^{1,2}, С.П. Жируев²,
М.С. Древило³

Nikolay A. Kazakov^{1,2}, Semen P. Zhiruev²,
Mariya S. Drevilo³

¹ФГБУН Специальное конструкторское бюро
средств автоматизации морских исследований
ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия;

¹Special Research Bureau for
Automation of Marine Researches of the
Far Eastern Branch of Russian Academy
of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia;

²НИЦ «Геодинамика», г. Южно-Сахалинск,
Россия; ³ФГБОУ ВО «Российский
государственный гидрометеорологический
университет», г. Санкт-Петербург, Россия

²Research Center «Geodinamics»,
Yuzhno-Sakhalinsk, Russia;
³State Hydrometeorological University,
Sankt-Peterburg, Russia

cdsmd@yandex.ru

cdsmd@yandex.ru

Аннотация. Разработана таксономическая шкала классификации лавинных геосистем и алгоритм расчёта количественных характеристик лавинных процессов и их режима на основе геоморфологической, геологической, ландшафтной, нивальной и климатической характеристики территории. Интенсивность проявления лавинных процессов и их характеристики определяются основными группами факторов, из которых геологические, геоморфологические, ландшафтные и литологические (снежная толща) факторы – доминирующие, а гидрометеорологические – иницирующие: включающие триггерный механизм лавинного процесса. Методологические принципы построения карты «Лавинные геосистемы о. Сахалин и Курильских островов» основаны на

Abstract. The taxonomic scale of classification of avalanche geosystems and algorithm of calculation of quantitative characteristics of avalanche processes and their mode on the basis of geomorphological, geological, landscape, nival and climatic characteristics of the territory are developed. The intensity of avalanche processes and their characteristics are determined by the main groups of factors of avalanche processes. Geological, geomorphological, landscape and lithological (snow pack) factors are dominant, and hydrometeorological factors is initiating: including the trigger mechanism of the avalanche process. Methodological

логической последовательности анализа природно-климатических условий формирования и эволюции снежного покрова в пространстве и во времени, оценке интенсивности проявления лавинных процессов и характера лавинных процессов на исследуемой территории. Методологической основой алгоритма анализа факторов лавинных процессов и определения их характеристик является иерархическая шкала факторов лавинных процессов, развивающихся в лавинной геосистеме. Этой цели отвечает иерархия таксономических уровней классификации лавинных геосистем: класс – подкласс – тип – подтип – вид. На острове Сахалине и Курильских островах выделены 3 класса (горный, береговой, равнинный), 16 подклассов, 76 типов, 99 подтипов, 114 видов лавинных геосистем. Построенная на основе разработанной методики карта лавинных геосистем острова Сахалине и Курильских островов в масштабе 1:1 000 000 содержит наиболее полные на сегодняшний день сведения о лавинных процессах и об их режиме на исследуемой территории. Предлагаемые методологические принципы построения мелко- и среднемасштабных карт лавинных геосистем для неизученных и малоизученных территорий позволяют разрабатывать содержание карт для оценки лавинной опасности как для решения научных задач, так и для использования на ранних стадиях проектно-исследовательских работ. Карта позволяет оценить вероятную степень воздействия лавинных процессов на объекты и сооружения в зависимости от их категории

principles of construction of the map «Avalanche geosystems of Sakhalin Island and Kuril Islands» are based on the logical sequence of analysis of natural and climatic conditions of formation and evolution of snow pack in space and time, assessment of the intensity of avalanche processes and the nature of avalanche processes in the study area. The methodological basis of the algorithm for analyzing the factors of avalanche processes and determining their characteristics is a hierarchical scale of factors of avalanche processes developing in an avalanche geosystem. The hierarchy of taxonomic levels of avalanche geosystems classification meets this goal: class-subclass-type-subtype-species. Sakhalin Island and the Kuril Islands have 3 classes (mountain, coastal, plain), 16 subclasses, 76 types, 99 subtypes, 114 species of avalanche geosystems. On the basis of the developed technique, a map of avalanche geosystems of Sakhalin Island and Kuril Islands on a scale of 1:1 000 000 was created. The map contains the most complete to date information about avalanche processes and their regime in the study area. Methodological principles of construction of small - and medium-scale maps of avalanche geosystems for unexplored and poorly studied areas allow to develop

и режима эксплуатации. Полученные оценки дают возможность уже на ранних стадиях проектирования определять необходимость проведения и объём изыскательских работ и объём необходимых затрат на изыскания и на разработку и проведение защитных мероприятий.

Ключевые слова: лавина; лавинный процесс; лавинная геосистема; литолого-стратиграфический комплекс снежного покрова; сингенетическая лавина; эпигенетическая лавина

the content of such maps for the assessment of avalanche danger both for solving scientific problems and at the early stages of design and survey work.

Keywords: avalanche, avalanche process, avalanche geosystems, lithologic-stratigraphic complex of snow cover, syngenetic avalanche, epigenetic avalanche

Введение

Определение количественных характеристик лавинных процессов, необходимых на ранних стадиях проектно-изыскательских работ, при разработке программ по защите территорий от лавин, научных исследованиях и прочее, требует проведения масштабных полевых изысканий, что не всегда целесообразно и весьма затратно.

В таких случаях целесообразно определять характеристики лавинных процессов аналитически: составляя мелко- и среднемасштабные карты проявления лавинных процессов и разрабатывая их содержание.

Традиционный подход к оценке лавинной опасности территорий основан на выделении типов лавиноопасного рельефа, характерных для исследуемой территории.

В отдельных случаях вся территория какого-либо острова может быть представлена и одним типом лавиноопасного рельефа. Так, некоторые исследователи выделяли на о. Сахалине и Курильских островах лишь три типа лавиноопасного рельефа [Володичева, 1971; География лавин, 1992; Трошкина, 1992].

Основной упрёк к существующим методологиям создания карт лавинной опасности территории мелкого и среднего масштаба заключается в отсутствии системного подхода к оценке интенсивности проявления лавинных процессов, что приводит к серьёзным ошибкам при определении границ лавиноопасных районов и оценке характеристик лавинных процессов.

Несмотря на то, что в Российских и Японских источниках [Лавиноопасные районы Советского Союза, 1970; Иванов, 1971; Иванов, Васильев, 1975; Каталог лавин ..., 1990;

География лавин, 1992; Трошкина, 1992; Атлас снежно-ледовых ресурсов мира, 1998; Казакова, Лобкина, 2007; Podolskiy et al., 2014] содержатся многочисленные сведения о лавинах на о. Сахалине и на Курильских островах с начала XX века, удовлетворительной карты лавинных процессов на этой территории нет.

Регулярные исследования лавинных процессов на о. Сахалине и на Курильских островах проводятся с 1965 г. (Сахалинское УГМС, лавино-обвальная группа Сахалинского отделения ДВЖД, Сахалинское отделение МАНПО, НИЦ «Геодинамика», лаборатория лавинных и селевых процессов СФ ДВГИ ДВО РАН, лавинная станция РЖД, лаборатория экзогенных геодинамических процессов и снежного покрова СКБ САМИ ДВО РАН).

До начала 80-х годов XX века исследования лавинных процессов проводились в основном на юге о. Сахалина, где Сахалинским УГМС к 1980 г. было создано 5 снеголавинных станций. В 1978 г. была создана снеголавинная станция на Курильских островах: на о. Парамушир. В начале 80-х годов XX века были созданы 2 снеголавинных станции в средней части о. Сахалин.

В 1982 г. Н.А. Казаковым (Сахалинское УГМС) была организована снеголавинная экспедиция на Чамгинском перевале (Восточно-Сахалинские горы, Средний Сахалин), действовавшая до конца 90-х годов XX века.

В 80-е–90-е годы XX века Сахалинское УГМС, а затем СО МАНПО, НИЦ «Геодинамика» и лаборатория лавинных и селевых процессов СФ ДВГИ ДВО РАН регулярно организовывали экспедиции по исследованию лавинных процессов на о. Сахалине и на Курильских островах.

Таким образом, был собран обширный полевой материал о лавинных процессах на о. Сахалине и на Курильских островах. Однако материал этот до настоящего времени систематизирован не был, а полноценных карт лавинных процессов на территории до сих пор создано не было.

Создание Кадастра лавин СССР [Кадастр лавин СССР, 1988] лишь в некоторой степени позволило систематизировать данные о лавинах.

Кроме того, во многих работах содержатся ошибочные данные и устаревшие представления о лавинных процессах на о. Сахалине и на Курильских островах [Лавиноопасные районы Советского Союза, 1970; Володичева, 1971; География лавин, 1992; Трошкина, 1992; Атлас снежно-ледовых ресурсов мира, 1998].

Постановка проблемы

Любой сложный физический объект или совокупность объектов, между которыми существуют физические связи, можно описать как физическую систему [Гиг, 1981]. Целостное географическое территориальное образование, объединённое потоками вещества, энергии и информации, обладающее структурой, формирующейся из элементов, отношений между ними и их связей с внешней средой можно описать как геосистему [Сочава, 1978]. Главными свойствами геосистем являются целостность, эмерджентность, структурность, способность создавать и поддерживать высокую степень внутренней упорядоченности (система с низкой энтропией), взаимосвязанность системы и среды, иерархичность, управляемость, устойчивость, множественность описаний, территориальность, динамичность, сложность.

Поскольку лавинные процессы (как и любые другие природные процессы) на какой-либо территории должны рассматриваться в связи со всеми природными процессами, протекающими на ней, мы имеем все основания описать обособленную территорию, на которой развиваются лавинные процессы, как *лавинную геосистему*, удовлетворяющую вышеперечисленным условиям.

Методика

Большинство исследователей изучают лавинные процессы, прежде всего, для исследования распространения лавин по территории, исходя из упрощённых представлений о лавинном процессе как о феномене, вызываемом, преимущественно, метеорологическими факторами.

Однако без объяснения физической сущности лавинных процессов невозможно вывести закономерности распространения и режима лавин.

Для расчёта характеристик лавинных процессов аналитическим способом нами были разработаны методологические принципы построения мелко- и среднемасштабных карт лавинных геосистем для малоизученных районов среднегорья и низкогорья.

Методологические принципы, положенные в основу предлагаемой методики построения и разработки содержания карт лавинных геосистем, основаны на представлениях синергетическом воздействии факторов лавинообразования на эволюцию лавинной геосистемы.

Представление о лавинной геосистеме как о триггерной геосистеме [Казаков, 2003; Казаков, 2009б], в которой происходят процессы самоорганизации упорядоченных структур

[Эбелинг, 1979; Хакен, 1985], позволяет утверждать, что ведущую роль в лавинном процессе играют физические процессы, происходящие внутри снежной толщи [Казаков, 2000]. Это положение позволяет выделить доминирующие группы факторов лавинообразования: литологические (снежная толща и процессы её диагенеза), геологические и геоморфологические.

Количественно описать строение снежной толщи в ландшафтах разных типов и определять её для неизученных территорий на основе их сопоставления с ландшафтами-аналогами позволяет теория эволюции кристалломорфологической структуры снежной толщи [Тушинский, 1951; Коломыц, 1976; Древило, 1981; Казаков, 2000; Древило, 2001; Kazakov et al., 2012; Sokratov, Kazakov, 2012; Коломыц, 2013; Казаков, 2015]. Использование методов кристалломорфологического анализа снежной толщи и ландшафтно-индикационных свойств снежного покрова позволяет подойти к описанию снежной толщи как горной породы [Казаков, 2000; Казаков, 2015], то есть рассматривать снежную толщу в лавинной геосистеме как литологический комплекс.

Подобный подход позволяет построить унифицированную таксономическую шкалу классификации лавинных геосистем, открывающую возможность комплексно разрабатывать содержание карт лавинных геосистем как триггерных геосистем, развивающихся по одним инвариантам.

Как подсистемная единица ландшафтно-зональной системы, лавинная геосистема может быть описана в соответствии с общими принципами описания сложных систем [Черешкин, Кононов, Тищенко, 1999]:

1. Принцип классификации, устанавливающий необходимость классификации значений параметров системы. В соответствии с этим принципом разработана таксономическая шкала лавинных геосистем, базирующаяся на принципах построения ландшафтных классификаций [Казаков, 2000; Древило, 2001].

2. Принцип многоуровневого описания, согласно которому объект при его системном описании должен быть описан: как элемент более широкой системы; как целостное явление; как сложная структура, внутреннее строение которой нужно представить с достаточной степенью детализации.

В соответствии с этими принципами и с использованием принципов кластерного анализа, разработаны принципы описания лавинной геосистемы как многоуровневой системы.

Одна из основополагающих идей, лежащих в основе предлагаемой методики построения карт лавинных геосистем, заключается в том, что геологическое,

геоморфологическое и ландшафтное строение и климат территории, как факторы лавинных процессов в различных его фазах, рассматриваются как элементы единого процесса, развивающегося в триггерной геосистеме – лавинной геосистеме.

Алгоритм создания карт лавинных геосистем основан на системном анализе геологических, геоморфологических, ландшафтных, нивальных и гидрометеорологических условий формирования и эволюции лавиносборов и снежного покрова и оценке характера лавинных процессов на исследуемой территории.

Комплексный подход [Гиг, 1981] к оценке интенсивности проявления лавинных процессов, учитывающий особенности геологического, геоморфологического и ландшафтного строения территории, позволяет выделить территории, сходные по условиям лавинообразования и характеристикам лавинных процессов – даже в том случае, если они находятся в разных географических округах.

Вышеизложенные взгляды на лавинный процесс позволяют выбрать геологические, геоморфологические, ландшафтные и литологические факторы лавинообразования в качестве основных критериев выделения таксономических единиц иерархического ряда лавинных геосистем.

Предлагаемые подходы позволили разработать следующие методологические принципы оценки лавинной опасности территории как методики построения карт лавинных геосистем для малоизученных территорий [Казаков, 2000; Древило, 2001]:

1. Зависимость характера и скорости метаморфизма снежной толщи от характеристик вмещающего ландшафта.

Спектр типов стратиграфических колонок для любой территории будет определяться полиморфностью её ландшафтного строения, степенью гидроморфности низших таксономических уровней ландшафта и спектром типов метеорологических условий зимнего сезона. Ландшафтно-индикационные свойства снежного покрова позволяют восстанавливать адекватную картину состояния и развития снежной толщи на любой территории на основе её ландшафтных и климатических характеристик. Методика кристалломорфологического анализа структуры снежной толщи [Коломыщ, 1976; Древило, 1981; Sokratov, Kazakov, 2012; Коломыщ, 2013; Казаков, 2015] позволяет рассчитать время появления лавиноопасных слоёв в снежной толще и определить время наступления наиболее вероятного периода формирования эпигенетических и полигенетических лавин, а также оценить их вероятный объём и энергию.

Седиментация и диагенез снежной толщи, ведущие к формированию в ней лавиноопасных слоёв, происходят в определённых формах рельефа – лавиносборах, являющихся частью лавинной геосистемы.

2. Описание лавинного процесса как непрерывного процесса, развивающегося в триггерной геосистеме – лавинной геосистеме – позволяет аналитически определить искомые характеристики лавинных процессов на неизученной территории.

3. Морфометрические характеристики лавиносборов и, как следствие, объёмы лавин и степень их воздействия на окружающие системы рассчитываются на основе данных о геологическом строении и характеристиках рельефа.

Таксономическая шкала лавинных геосистем разработана на основе принципов построения таксономии – теории классификации и систематизации сложно организованных областей действительности.

В основу выделения самой крупной таксономической единицы классификации лавинных геосистем – класса – положены морфоструктуры рельефа [Щукин, 1974].

Факторы лавинных процессов. Интенсивность проявления лавинных процессов и их характеристики определяются основными группами факторов, из которых первые три являются доминирующими.

Первая группа факторов – геологические. Лавиносборы формируются геологическими процессами: в частности, процессами эрозии и денудации. Скорость образования, морфологический тип и площадь лавиносборов, их суммарная площадь и густота сети определяются скоростью указанных процессов, которая, в свою очередь, зависит от состава горных пород и возраста геологических построек. Состав и физико-механические показатели пород – коэффициент крепости, балл устойчивости и сопротивление раздавливанию позволяют определить скорость выветривания пород, оценить степень расчленённости склонов и рассчитать такие характеристики лавиносборов, как преобладающий морфологический тип, средняя площадь и густота сети.

Например, горы Ламанон (западное побережье о. Сахалин), сложенные интрузивными породами – андезитами и дацитами (балл устойчивости пород $>IV$, коэффициент крепости пород >10 , сопротивление раздавливаемости – $700-1400 \text{ кг/см}^2$), – несмотря на то, что крутизна склонов превышает 40° , очень слабо расчленены денудационными процессами. В результате площади лавиносборов превышают 5 га, площадь поражённости территории лавинными процессами достигает 90%, густота сети лавиносборов – 8-10 на км^2 . Объёмы лавин могут превышать $40\,000 \text{ м}^3$, однако вследствие крутизны склонов в зонах отрыва лавин время

существования гомогенной снежной толщи не достаточно для того, чтобы коэффициент её перекристаллизации превысил значение 0,25. В результате здесь преобладают лавины нового снега объёмом менее 1 000 м³.

Напротив, на побережье Татарского пролива между городами Горнозаводск и Невельск крутые (40°-45°) склоны, сложенные песчаниками и алевролитами Невельской свиты (балл устойчивости пород – III, коэффициент крепости пород – 2-3, сопротивление раздавливаемости – 200-500 кг/см²) расчленены густой сетью желобов площадью 0,1-0,3 га, заложенных по эрозионным врезам, в которых формируются лавины сравнительно небольшого объёма: 100-1 000 м³. Большая крутизна склонов в зонах отрыва лавин не позволяет накапливаться снежному покрову достаточной толщины, из-за чего объёмы лавин невелики. Площадная поражённость территории лавинными процессами достигает 80%, густота сети лавиносборов – 15-25 на км².

На примыкающем с севера участке с аналогичными геоморфологическими характеристиками (г. Невельск) площадная поражённость территории лавинными процессами составляет 70 %, средняя площадь лавиносборов – 0,5-1,0 га, густота сети лавиносборов – 10-12 на км². Лавиносборы заложены по денудационным воронкам и оползневым циркам. Склоны в зонах отрыва лавин менее крутые, чем на предыдущем участке: 30°-35°, благодаря чему в снежные зимы толщина снежного покрова достаточно велика, а значение коэффициента перекристаллизации снежной толщи может достигать 0,9. По этим причинам объёмы лавин здесь достигают 18 000 м³ (в среднем – около 1 000 м³). Причина различия заключается в том, что в этом районе лавиносборы формируются на склонах, сложенных породами, менее устойчивыми к процессам выветривания и, соответственно, денудации: алевролитами и аргиллитами (балл устойчивости пород III, коэффициент крепости пород – 2-3, сопротивление раздавливаемости – 100-200 кг/см²), более подверженными воздействию эрозионных процессов.

В Восточно-Сахалинских горах (Средний Сахалин) и в Сусунайском хребте (Южный Сахалин), сложенных устойчивыми к разрушению мезозойскими метаморфическими образованиями, в крупных денудационных воронках сформированы развитые лотковые лавиносборы большой площади (20 и более га), часто объединённые в лавинные бассейны. Здесь созданы условия для накопления мощной снежной толщи, её диагенеза, формирования лавиноопасных слоёв и зарождения катастрофических лавин объёмом более 1 000 000 м³.

Вторая группа факторов – геоморфологические. Форма рельефа и глубина его расчленения служат основой для расчёта уклонов лавиносборов и, соответственно,

динамических характеристик лавин: в частности, максимальной дальности их выброса – то есть определить положение нижней границы лавиносбора и лавинной геосистемы.

Морфология лавиносборов оказывает важное влияние на строение конусов выноса лавин. В лавинных геосистемах Среднего Сахалина лавиносборы лоткового типа отличаются глубоко врезанными лавинными лотками. В результате, в зоне аккумуляции лавинный поток не распластывается и конусы выноса лавин даже малых объёмов имеют значительную толщину. В Восточно-Сахалинских горах конус выноса лавины нового снега при объёме 100-150 м³ может достигать толщины до 3,0 м.

В районах развития вулканического рельефа (горы Ламанон и Курильские острова) характер лавинообразования регулируется возрастом вулканических построек – конусов стратовулканов. На действующих голоценовых вулканах, представляющих собой правильные вулканические конусы, слаборасчленённые эрозией, лавиносборы лоткового типа не сформированы. Интенсивное ветровое воздействие формирует толщу коррозионно-полиэдрического (метелевого) снега, в которой замедлены процессы перекристаллизации. В результате интенсивность проявления лавинных процессов здесь низкая. Вследствие значительной крутизны склонов, не позволяющих накапливаться снежной толще достаточной мощности, лавины больших объёмов здесь формируются очень редко.

На старых вулканических постройках барранкосы (радиально расходящиеся от вершины до подножия склонов эрозионные борозды), заросшие кедровым стлаником и каменной берёзой, представляют собой развитые лавиносборы лоткового типа, в которых снежная толща активно накапливается и проходит полный цикл перекристаллизации. В результате, здесь имеются все условия для формирования лавин большого объёмом, более 1 000 000 м³.

Третья группа факторов – ландшафтные и литологические. Характеристики снежного покрова в лавиносборах и особенности его эволюции определяют динамику лавинных процессов и их режим. В свою очередь, зависимость от ландшафта физических свойств снежного покрова и скорости его эволюции позволяет оценить интенсивность лавинных процессов.

В отличие от авторов работ [Карта лавиноопасных районов Советского Союза, 1971; География лавин, 1992; Трошкина, 1992; Атлас снежно-ледовых ресурсов мира, 1998], унифицирующих факторы лавинообразования и описывающих лавинные процессы в каждой горной стране как однотипные, мы дифференцируем территорию, выделяя лавинные геосистемы не только в зависимости от типов метеорологических и климатических условий,

но и в зависимости от типов вмещающих ландшафтов, характерных для одной группы ландшафтов, то есть выделяя литолого-стратиграфические комплексы снежного покрова.

Четвертая группа факторов – гидрометеорологические – является *инициирующими* факторами, включающими триггерный механизм лавинного процесса, а также определяющими лавинный режим.

Закономерности проявления лавинных процессов в лавинных геосистемах позволяют оценить интенсивность проявления лавинных процессов на малоизученной или неизученной территории, рассчитать значения характеристик лавинных процессов и разработать содержание лавинных карт. Рассчитанные характеристики лавинных процессов позволяют определить характер их воздействия на объекты, сооружения и селитебные территории и оценить их уязвимость.

Для оценки интенсивности проявления лавинных процессов мы использовали комплексный подход, учитывающий как особенности рельефа и климатические условия, так и закономерности эволюции снежного покрова во времени и пространстве. Разнообразие природных условий на о. Сахалин и на Курильских островах определяет сложный режим лавинных процессов, что находит отражение в многообразии лавинных геосистем.

Карта лавинных геосистем о. Сахалин и на Курильских островах в масштабе 1:1 000 000 (рисунок 1) построена как карта районирования территории по интенсивности проявления лавинных процессов.

Методологические принципы построения карты «Лавинные геосистемы о. Сахалин и Курильских островов» основаны на логической последовательности анализа природно-климатических условий формирования и эволюции снежного покрова в пространстве и во времени, оценке интенсивности проявления лавинных процессов и характера лавинных процессов на исследуемой территории.

Методологической основой алгоритма анализа факторов лавинных процессов и определения их характеристик является иерархическая шкала факторов лавинных процессов, развивающихся в лавинной геосистеме.

Этой цели отвечает иерархия таксономических уровней классификации лавинных геосистем: класс – подкласс – тип – подтип – вид.

I. Класс – наиболее крупная таксономическая единица, объединяющая лавинные геосистемы, сформировавшиеся в однотипных морфоструктурах рельефа. Иерархический уровень класса лавинных геосистем – район, в котором группы факторов лавинообразования, зависящих от макрорельефа, идентичны. Резко расчленённый альпинотипный рельеф горных

хребтов с развитым растительным покровом создаёт условия для наиболее активного развития лавинных процессов.

II. Подкласс лавинных геосистем выделяется по идентичности геоморфологических структур [Атлас Сахалинской области, 1967; Александров, 1973], характеризующихся определёнными морфометрическими и морфологическими особенностями, и по составу геологических пород [Атлас Сахалинской области, 1967; Геология СССР, 1970; Карта литологических комплексов..., 1984]. Иерархический уровень подкласса лавинных геосистем – группа лавиносборов, имеющих близкие морфометрические характеристики. Границы подклассов лавинных геосистем выделялись в высотном диапазоне, в котором находится данная геосистема. Верхняя их граница определялась высотой зоны отрыва лавин, нижняя – границей предельной дальности выброса лавин по С.М. Козику [Козик, 1962]. Нижняя граница лавинных геосистем не имеет определённой высотной привязки и может колебаться в широком диапазоне, зависящем от дальности выброса лавин. Этим предопределяется пересечение изогипс рельефа границами подклассов лавинных геосистем. Морфология и морфометрия геоморфологических структур позволяют определить диапазон значений параметров лавиносборов, определить их морфологический тип [Северский, Благовещенский, 1983] и густоту их сети. Характеристики лавиносборов, определяемые на этом таксономическом уровне: преобладающий морфологический тип лавиносбора, средняя площадь, количество лавиносборов на погонный километр.

III. Тип лавинных геосистем – таксономическая единица, выделенная по климатическим факторам лавинообразования: среднемноголетней сумме твёрдых осадков за сезон, продолжительности залегания снежного покрова, наибольшей декадной высоте снежного покрова по постоянной рейке на метеорологической площадке гидрометеорологической станции и ветровому перераспределению снега (числу дней с метелью). Границы типов лавинных геосистем определены на основе климатических особенностей территорий, что согласуется с климатическим и природным районированием о. Сахалин и на Курильских островах [Атлас Сахалинской..., 1967; Земцова, 1968]. За основу взяты материалы наблюдений опорных для климатических районов метеостанций, полученные из опубликованных источников [Справочник по климату СССР, 1985; Научно-прикладной справочник..., 1990; Материалы наблюдений за осадками..., 1994].

IV. Подтип лавинных геосистем – на данном таксономическом уровне характеризуются группы лавинных геосистем с близкими условиями выпадения твёрдых

осадков и сходными характеристиками снежного покрова в зоне зарождения лавин и лавинного режима.

На этом таксономическом уровне анализируются метеорологические показатели, в наибольшей степени влияющие на динамику лавинных процессов: максимальная сумма твёрдых осадков за сезон, суммы осадков за снегопад и за сутки, число снегопадов с суммой осадков более 10 мм и максимальная высота снежного покрова в зоне зарождения лавин. Для описания подтипов на данном таксономическом уровне горного класса использованы материалы наблюдений авторов, данные осадкомерных, снегомерных, авиадесантных работ, а также сведения литературных источников [Атлас Сахалинской области, 1967; Справочник по климату СССР, 1985; Материалы наблюдений за осадками..., 1994].

V. Вид лавинных геосистем выделяется на основе литологических (снежный покров) и ландшафтных [Литенко, 1992] факторов лавинообразования, обуславливающих динамику структурных преобразований снежного покрова в лавиносборе, характер и скорость диагенеза снежной толщи и пространственную изменчивость её структуры, что позволяет рассчитать время наступления периодов наибольшей вероятности формирования лавин наиболее опасного генетического класса – эпигенетических и полигенетических, связанных с перекристаллизацией снежной толщи (то есть время наступления периода максимальной лавинной опасности), их максимальные объёмы и динамические характеристики. На этом уровне определяются особенности строения снежной толщи, характерные для групп лавинных геосистем, приводятся количественные параметры, описывающие строение снежной толщи.

Снежный покров в однотипных ландшафтах правомерно описывать как *литолого-стратиграфический комплекс снежного покрова*, проходящий седиментацию и диагенез в сходных гидрометеорологических и геофизических условиях и формирующий в однотипные зимы спектры стратиграфических колонок снежной толщи с близкими структурой, текстурой, стратификацией (количество и толщина снежных слоёв) и физическими характеристиками [Kazakov N.A. et al., 2012; Казаков, 2015]. Снежный слой можно описать как *фацию*, а снежную толщу – как *формацию*.

Литолого-стратиграфический комплекс снежного покрова формируется и эволюционирует в конкретном ландшафте под воздействием всей совокупности протекающих в нём физических, геологических и географических процессов. Его эволюция детерминирована: в её ходе формируется снежная толща, структурно-текстурные и физические характеристики которой задаются гидрометеорологическими и геофизическими условиями вмещающего ландшафта и могут быть заранее рассчитаны.

В однотипных ландшафтах, расположенных в разных регионах, формируются близкие по своим параметрам литолого-стратиграфические комплексы снежного покрова. В разных ландшафтах даже в однотипные зимы снежная толща имеет разную стратификацию, структуру и текстуру.

Показателями устойчивости снежной толщи в лавиносборе являются *количественные* параметры, описывающие строение и степень преобразования структуры (форма и размер ледяных кристаллов) и текстуры (взаимное расположение кристаллов и пор в снежном слое и ориентировка оптических осей кристаллов) в снежном слое.

В качестве таких параметров авторы использовали коэффициенты *перекристаллизации* (K_{II}), *вторичного расслоения* (K_{BP}) [Коломыц, 1976] и *текстуры* (K_T) [Древилло, 1981; Казаков, 2015] снежной толщи:

$$K_{II} = H_1/H, \quad (1)$$

$$K_{BP} = \sum N_2 * H_2 / \sum N_1 * N_1, \quad (2)$$

$$K_T = H_B/H, \quad (3)$$

где H – суммарная толщина снежного покрова;

H_1 – суммарная толщина слоёв вторично-идиоморфного снега;

H_2 – суммарная толщина слоёв, выполненных кристаллами скелетного класса форм;

H_B – суммарная толщина слоёв с волокнистой текстурой,

$\sum N_2$ – суммарное содержание кристаллов скелетного класса форм, %;

$\sum N_1$ – суммарное содержание кристаллов вторично-идиоморфного снега, %.

Сочетание коэффициентов позволяет количественно описать строение снежной толщи (таблица 1) в любой период зимы.

Таблица 1. Количественные критерии выделения литолого-стратиграфических комплексов снежного покрова

Table 1. Quantitative criteria for the allocation of lithological-stratigraphic complexes of snow pack

| Коэффициент вторичного расслоения снежной толщи Coefficient of snow pack secondary stratification | Степень преобразования структуры снежной толщи Degree of snow pack structure (microstructure) transformation | Коэффициент текстуры снежной толщи Coefficient of snow pack texture (structure) | Степень преобразования текстуры снежной толщи Degree of snow pack texture (structure) transformation |
|--|---|--|---|
| $> 0,5$ | Сильно перекристаллизованная Highly recrystallized | $> 0,3$ | Сильно разрыхленная Highly loosened |
| $> 0,3 - \leq 0,5$ | Умеренно перекристаллизованная Moderately recrystallized | $> 0,2 - \leq 0,3$ | Умеренно разрыхленная Moderately loosened |
| $> 0,1 - \leq 0,3$ | Средне перекристаллизованная Medium recrystallized | $> 0,1 - \leq 0,2$ | Средне разрыхленная Medium loosened |
| $\leq 0,1$ | Слабо перекристаллизованная Weakly recrystallized | $\leq 0,1$ | Слабо разрыхленная Weakly loosened |

При прочих равных условиях сход лавин тем более вероятен, чем выше значения вышеприведённых коэффициентов. При увеличении средних значений K_T до 0,44, K_P – до 0,69, а $K_{вр}$ – до 0,68 происходит массовый сход лавин [Древилло, 1999].

В том случае, когда лавиноопасный слой расположен в нижней части снежной толщи, вероятен сход лавин максимальных объёмов, которые могут сходить как во время снегопадов и метелей, так и в периоды снеготаяния. В том случае, когда лавиноопасный слой расположен в средней или верхней части снежной толщи, сходят лавины из верхних слоёв снега. Объёмы таких лавин меньше, чем в предыдущем случае, но сход их возможен, также как во время метелей, так и в периоды оттепелей. В работах [Лавиноопасные районы Советского Союза, 1970; Володичева, 1971; Карта лавиноопасных районов Советского Союза, 1971;

Кадастр лавин СССР, 1988; География лавин, 1992; Трошкина, 1992] доминирующая роль в лавинообразовании на Курильских островах слоёв перекристаллизованного снега отрицалась либо неоправданно ограничивалась площадь ареалов, в которых лавинные процессы тесно связаны с перекристаллизацией снежной толщи. Такой взгляд приводил к занижению степени лавинной опасности Курильских островов.

При решении задачи прогноза лавин и расчёта их динамических характеристик важнейшим становится вопрос об их классификации. Лавины разных генетических типов обладают разными значениями динамических характеристик (таблица 2).

Наиболее продуктивным для решения научных и прикладных задач лавиноведения и наиболее полно отражающим феноменологию лавинного процесса представляется подход к классификации лавин, предложенный В.В. Дзюбой [Дзюба, 1983], который выделял три генетических класса лавин: сингенетические, эпигенетические и полигенетические.

Однако для моделирования лавин и расчёта их характеристик, а также для оценки уязвимости объектов, сооружений и селитебных территорий при воздействии лавин, необходима более дробная классификация эпигенетических лавин, связанных с перекристаллизацией снежной толщи, а лавины мокрого снега следует отнести к сингенетическим.

Доминирующими процессами в образовании эпигенетических и полигенетических лавин являются процессы перекристаллизации снежной толщи (триггерный механизм лавинообразования).

Таблица 2. Генетическая классификация лавин (по Н.А. Казакову)
 Table 2. Genetic classification of avalanches (by N. A. Kazakov)

| Генетический тип лавины Genetic type of avalanche | Плотность лавинообразующего снега, г/см ³ Avalanche-forming snow density, g/sm ³ | Характер движения лавины Avalanche movement Pattern | Макс. объём лавины, тыс. м ³ Max. avalanche volume, thousand m ³ | Макс. дальность выброса лавины, м Max. avalanche run-out distance, m | Макс. скорость лавины, м/с Max. avalanche velocity, m/s | Преобладающие процессы, определяющие генезис лавин Predominant processes determining of the avalanche genesis |
|---|---|--|---|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I. Генетический класс лавин: сингенетические лавины | | | | | | |
| I. Genetic class of the avalanches: syngenetic avalanche | | | | | | |
| Метелевого снега (снежная доска) Snow blizzard (snow slab) | 0,20 - 0,50 | Ламинарный; Скольжение Laminar, Slide | 5,0 | 400 | 30 | Метеорологические процессы Meteorological processes |
| Мокрого снега Wet snow | 0,15 - 0,50 | Ламинарный; Вязкое течение Laminar, Viscous flow | 5,0 | 300 | 15 | |
| Свежевыпавшего снега New snow | 0,05 - 0,15 | Турбулентный Turbulent | 10,0 | 500 | 40 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|-------------|--|---------|-------|-----|---|
| II. Генетический класс лавин: эпигенетические лавины II. Genetic class of the avalanches: epigenetic avalanches | | | | | | |
| Перекристаллизованного снега Recrystallized snow | 0,22 - 0,38 | Турбулентный; Волновой процесс Turbulent; Wave process | >50,0 | >1000 | >80 | Геофизические процессы в снежной толще Geophysical processes in the snow pack |
| III. Генетический класс лавин: полигенетические лавины III. Genetic class of the avalanches: polygenetic avalanches | | | | | | |
| Смешанного перекристаллизованного и сухого свежевыпавшего снега Mixed dry snow: recrystallized and new snow | 0,25 - 0,35 | Турбулентный; Волновой процесс Turbulent; Wave process | >1400,0 | >3000 | >80 | Геофизические процессы в снежной толще в сочетании с гидрометеорологическими процессами Combination the Geophysical processes in the snow pack with hydro-meteorological processes |
| Смешанного перекристаллизованного и сухого метелевого снега Mixed dry snow: recrystallized and snowstorm | 0,25 - 0,45 | | | | | |
| Смешанного перекристаллизованного и мокрого снега Mixed snow: recrystallized and wet | 0,35 - 0,50 | | | | | |

Результаты и их обсуждение

Иерархия таксономических уровней лавинных геосистем на о. Сахалине и Курильских островах.

I. Класс – высшая таксономическая единица, на уровне которой выделяются группы лавинных геосистем, формирующихся в крупных морфоструктурах рельефа. Характер проявления лавинных процессов позволяет выделить три класса лавинных геосистем.

1. Горный класс. Горы. Лавинные геосистемы формируются на горных склонах. Преимущественно альпинотипный рельеф. Абсолютные высоты рельефа от 300 до 2 600 м (влк. Алайд), глубина расчленения – 400-1 500 м и более. Преобладающие морфологические типы лавиносборов: долина и воронка. Интенсивность проявления лавинных процессов очень высокая. Преобладающий морфологический тип лавин: лотковая. Максимальные объёмы лавин превышают 1 000 000 м³. Однако интенсивность проявления лавинных процессов в геосистемах горного класса зависит от ландшафтных условий (высотная поясность).

Так, в гольцовой зоне интенсивное ветровое воздействие формирует в лавиносборах снежную толщу, выполненную метелевым снегом плотностью 400 кг/м³ и более. В такой снежной толще сильно замедлены процессы её перекристаллизации и лавиноопасные снежные слои формируются медленно. Значительная крутизна склонов не позволяет накапливаться снежному покрову достаточной толщины. В результате, интенсивность лавинных процессов в этой зоне не высока и лавины больших объёмов здесь не формируются.

Напротив, в лавиносборах лоткового типа, расположенных в следующей высотной зоне (абсолютные высоты рельефа – от 300 до 1 100-1 300 м), заросших кедровым стлаником и каменной берёзой, снежная толща активно проходит цикл метаморфических преобразований, в результате чего здесь возникают условия для формирования лавин большого объёма.

2. Береговой класс. Лавинные геосистемы формируются на склонах береговых уступов и морских аккумулятивно-денудационных и аккумулятивных террас. Абсолютные высоты рельефа – 10-300 м, глубина расчленения – от 10 до 300 м. Преобладающие морфологические типы лавиносборов: желоб, воронка, склон. Максимальные объёмы лавин на о. Сахалин не превышают 30 000 м³, на Курильских островах – 50 000 м³. Средние объёмы лавин – 200-1000 м³. Внешней причиной схода лавин часто является обрушение снежных карнизов.

3. Равнинный класс. Межгорные впадины, предгорные шлейфы, равнины и речные долины. Лавинные геосистемы формируются на склонах речных террас и долин, котловин, дюн, в оврагах и балках и т.д. Абсолютные высоты рельефа – 10-250 м, относительные – 5-120 м. Преобладающий тип лавиносбора: склон. Интенсивность проявления лавинных процессов низкая. Преобладающий морфологический тип лавин: осов. Максимальные объёмы лавин не превышают 1 000 м³, средние – 0,05-0,2 м³.

На о. Сахалине и Курильских островах нами выделены 3 класса, 16 подклассов, 76 типов, 99 подтипов, 114 видов лавинных геосистем (таблица 3, рисунки 1, 2).

Обычно используемая при составлении карт лавинной опасности категория «Степень лавинной опасности» является качественной характеристикой, не позволяющей оценить степень вероятного воздействия лавинного процесса на инженерные сооружения и так далее.

По этой причине в легенде карты «Лавинные геосистемы» приводятся характеристики лавин и лавинного режима, позволяющие количественно оценить интенсивность проявления лавинных процессов на исследуемой территории в разных лавинных геосистемах.

Учитывая тот факт, что на территории низкогорья и среднегорья из-за малой площади и линейных размеров большинство лавиносборов не могут быть показаны в масштабе карты (1:1 000 000), а также для удобства пользования, нагрузка на картах минимальна (рисунки 1, 2).

Систематизация обширного полевого материал о лавинных процессах на о. Сахалине и Курильских островах [Древило, 1988, 1999, 2001; Древило, Казаков, 1997; Казаков и др., 1999; Древило и др., 2001; Казаков, 2000, 2007, 2009а; Боброва, 2009, 2010, 2013, 2014, 2017; Казаков, Генсиоровский, Казакова, 2008; Казакова, 2009, 2010, 2013, 2014, 2016; Рыбальченко, 2009, 2010; Жируев и др., 2010; Окопный, 2011] позволила наполнить легенду карты не только расчётными, но фактическими данными.

Количественные характеристики лавинных геосистем о. Сахалин и Курильских островов, лавинных процессов и их режима приводятся в легенде карты «Лавинные геосистемы о. Сахалин и Курильский остров» (таблица 3).

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

ы 0. Сахалин и Курильский остров»

| Индекс | Лито-географический комплекс снежного покрова | Растительность в зоне зарождения лавин | Лито-геологические и геоботанические факторы лавинообразования | | | | Характеристика лавин | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|--|--|---|---|---------------------------|------------------------------------|---|-----|------|--------------------------------------|-------------------|--------------|---|--------|-----|--|---------------|-----|----------------|
| | | | формирования лавиноопасного слоя, сутки | коэффициент перекристаллизации снежной толши (КП) | Характеристика снежной толши на стадии движения в зоне зарождения лавин | | Средний объем, тыс. м ³ | Максимальный объем (расчетный фактический), тыс. м ³ | | | Максимальная высота фронта лавины, м | | | Максимальная толшина отложений (расчетная фактическая), м | | | Максимальная дальность выброса лавины (расчетная/фактическая), м | | | |
| | | | | | коэффициент вторичного расстоения снежной толши (Квр) | коэффициент текстуры (Кт) | | Сп | Э П | См | Сп | Э П | См | Сп | Э П | См | | | | |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| I ^{A-4} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Верешатники, кедровый стланник | 40-50 | 1 | 0,5 | 0,4 | XII-V | 0,2 | 10 | 0,5 | 10 | 1000 | 10 | 5 | >50,0 | 2,2 | 5 | 35 | 3 | >2450 |
| I ^{A-5} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Верешатники, кедровый стланник | 40-50 | 1 | 0,5 | 0,4 | XII-V | 0,2 | 10 | 0,5 | 10 | >1500,0 1400,0 | 10 | 5 | 100 | 2,2 | 5,0* | ≥40,0 40,0 | 5,5 | ≥4000 3800* |
| I ^{A-9} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Верешатники, кедровый стланник | 40-50 | 1 | 0,5 | 0,4 | XII-V | 0,2 | 10 | 0,5 | 10 | 1000 | 10 | 5 | >50,0 | 2,2 | 5 | 35 | 3 | >2450 |
| I ^{A-13} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная средне разрыхленная снежная толща | Верешатники | 40-50 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | XI-IV | - | - | - | 10 | >500,0 | 10 | 5 | >50,0 | 3 | 5 | >25,0 | 7 | >4000 |
| I ^{A-14} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная средне разрыхленная снежная толща | Верешатники | 40-50 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | XII-III | - | - | - | 10 | >500,0 | 10 | 5 | >50,0 | 3 | 5 | >25,0 | 7 | >4000 |
| I ^{A-15} ₁₋₁ | Средне перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Верешатники, кедровый стланник | 40-50 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | XII-III | - | - | - | 10 | >500,0 | 10 | 5 | >50,0 | 3 | 5 | >25,0 | 8 | >4000 |
| I ^{B-4} ₁₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Равноотравье в каменнобереговом лесу с кедровым стланником | 35 | 1 | 0,7 | 0,6 | XII-V | 0,7 | 15 | 1,6 | 10 | 1000 | 10 | 5 | >50,0 | 2,2 | 5 | 35 | 5 | 2450 |
| I ^{B-4} ₂₋₁ | Средне перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Равноотравье, кедровый стланник | 50 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | XII-IV | 0,3 | 5 | 1900 | 5 | 500 | 10 | 5 | >50,0 | 1,0 | 3 | 10 | 2,5 | |
| I ^{B-5} ₁₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Равноотравье в каменнобереговом лесу с кедровым стланником | 40-45 | 1 | 0,8 | 0,7 | XII-V | 0,7 | 15 | 1,6 | 10,0 5,5* | 1500 | 10,0 3,4* | 5 | 100,0* | 2,2 | 5 | >40,0 | 3 | >2450 |
| I ^{B-9} ₁₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Равноотравье в каменнобереговом лесу с кедровым стланником | 40 | 1 | 0,7 | 0,6 | XII-IV | 0,7 | 15 | 1,6 | 10 | >500,0 | 10 | 5 | 50 | 1,8 | 5 | 35 | 5 | 2450 |
| I ^{B-12} ₁₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Кедровый стланник и бамбук в каменнобереговом лесу | 40 | 1 | 0,5 | 0,5 | XII-III | 0,7 | 15 | 1,6 | 10 | >500,0 | 10 | 5 | 100 | 2,2 | 5 | 35 | 5 | 2500* |
| I ^{B-13} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная умеренно разрыхленная снежная толща | Верешатники, кедровый стланник | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | XI-III | - | - | - | 5,5 | >500,0 | 6 | 5 | >30,0 | 3,5 | 5 | 35 | 7 | |
| I ^{B-14} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная умеренно разрыхленная снежная толща | Равноотравье, кедровый стланник | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | XII-III | - | - | - | 5,5 | >500,0 | 6 | 5 | >30,0 | 3,5 | 5 | 35 | 7 | 2450 |
| I ^{B-15} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная умеренно разрыхленная снежная толща | Равноотравье в каменнобереговом лесу с кедровым стланником | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | I-III | - | - | - | 5,5 | >500,0 | 6 | 5 | >30,0 | 3,5 | 5 | 35 | 7 | |

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

| Класс: Региональные | Подкласс: Геологические и геоморфологические факторы | | | | | | Тип: Климатические факторы | | | | Подтип: Метеорологические факторы лавинообразования | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|------------------------|-----------------------------------|---|---|---------|-------------------------------|---------|--|--|---|----------------------|--------|---|---|--|----------------------|-----|-----|----|-----|-------|--|-------|-------|-----|-----|-----|---------|-------|
| | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Площадная пораженность территории | Площадь поражаемость территории лавинными процессами, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавинообразов | Индекс | Сумма осадков (твердые и оедки) за сезон (*твёрдые осадки за период XI-IV), мм | Число дней с устойчивым снежным покровом | Наибольшая локальная высота снежного покрова по постоянной реке, см | Число дней с метелью | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Максимальная толщина снежного покрова, см | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | Лавиноопасный период | | | | | | Среднее число лавин различных типов из 1 лавинсбора за сезон | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| I | Горы | Торчат | 20-70 | Д | Горы и средневысотные горы сильно расчлененные эрозией и крутосклонное низкогорье Курильских островов | 200-600 | 200-500 | Воронка | 2,0-4,0 | 1,0-3,0 | IД-9 | 279 | 161 | 58 | 50 | IД-9 IД-10 | 750 | 150 | 60 | 26 | 200 | 10,11 | 15,12 | 10,05 | 01,05 | 135 | 165 | 1-2 | 1-2 | 1-2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 500 | 200 | 90 | 25 | 150 | 10,11 | 15,12 | 10,05 | 25,04 | 130 | 155 | 1-3 | 0,5-1 | 0,5-1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 700 | 200 | 90 | 25 | 200 | 20,11 | 20,12 | 05,05 | 20,04 | 120 | 150 | 1-3 | 1-2 | 1-2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 700 | 200 | 90 | 25 | 200 | 20,11 | 20,12 | 05,05 | 15,04 | 115 | 145 | 1-2 | 1-2 | 1-2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 450 | 100 | 80 | 22 | 150 | 20,11 | 25,12 | 01,05 | 10,04 | 105 | 130 | 1-3 | 1-2 | 0,5-1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 500 | 160 | 80 | 22 | 150 | 25,11 | 20,12 | 01,05 | 10,04 | 110 | 130 | 1-3 | 0,5-1 | 0,5-1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 2390 | 250 | 160 | 30 | 290 | 25,10 | 20,11 | 25,05 | 05,05 | 165 | 195 | 1-5 | 0,3-0,5 | 1-3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 1880 | 250 | 130 | 26 | 240 | 01,11 | 05,12 | 20,05 | 01,05 | 145 | 180 | 1-5 | 0,3-0,5 | 1-3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 1350 | 250 | 110 | 24 | 210 | 15,11 | 20,12 | 05,05 | 15,04 | 115 | 150 | 1-3 | 0,2-0,3 | 1-3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 2140 | 250 | 160 | 30 | 260 | 25,10 | 20,11 | 25,05 | 05,05 | 165 | 195 | 1-5 | 0,3-0,5 | 1-3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 1680 | 250 | 130 | 26 | 210 | 01,11 | 10,12 | 20,05 | 01,05 | 140 | 180 | 1-5 | 0,3-0,5 | 1-3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 1680 | 250 | 130 | 26 | 210 | 01,11 | 10,12 | 20,05 | 01,05 | 140 | 180 | 1-3 | 0,2-0,3 | 1-2 |

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

| Индикс | | Лито-литические и геоботанические факторы лавинообразования | | Вид: Растительность в зоне зарождения лавин | | Характеристика снежной толщи на стадии зарождения лавин | | | | Характеристика лавин | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|-------|---|-----|---|--|--|--------------------------|------------------------------------|-----|-----|---|----|----|--------------------------------------|-----|----|---|------|--|--|
| | | | | | | формирования лавиноопасного слоя, сутки | Кэффициент перекристаллизации снежной толщи (КП) | Кэффициент вторичного расчленения снежной толщи (Кр) | Кэффициент текстуры (Кт) | Средний объем, тыс. м ³ | | | Максимальный объем (расчетный фактический), тыс. м ³ | | | Максимальная высота фронта лавины, м | | | Максимальная толщина отложений (расчетная фактическая), м | | | Максимальная дальность выброса лавины (расчетная фактическая), м |
| | | | | | | | | | | Э П | См | Сп | Э П | См | Сп | Э П | См | Сп | Э П | См | | |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | | |
| I ^{D-9} ₁₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарник в темнохвойных лесах | 35-40 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | IV | 0,7 | 1,2 | 1,5 | 5 | 200 | 3,5 | 3 | 20 | 1,5 | 4 | 30 | 3 | | | |
| I ^{D-9} ₂₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Кедровый стланник с травостоем | 45-50 | 0,8 | 0,7 | 0,4 | IV | 0,3 | 3 | 0,7 | 1,5 | 60 | 1 | 3 | 12 | 1,5 | 3,5 | 20 | 3 | 1740 | | |
| I ^{D-10} ₁₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Бамбук с травостоем в камениоберезовых лесах | 40-45 | 1 | 0,7 | 0,7 | IV | 0,3 | 5 | 1 | 2 | 100 | 1 | 3 | 15 | 1,5 | 3,5 | 25 | 3 | | | |
| I ^{D-10} ₂₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и ольшук в камениоберезовых и широколиственно-березовых лесах | 40-45 | 1 | 0,7 | 0,7 | IV | 0,3 | 3 | 0,7 | 1,5 | 70 | 1 | 3 | 12 | 1,5 | 3 | 15 | 2,5 | | | |
| I ^{D-12} ₁₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и ольшук в камениоберезовых и широколиственно-березовых лесах | 30-35 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | IV | 0,3 | 3 | 0,5 | 1,5 | 20 | 1 | 3 | 10 | 1,5 | 3 | 10 | 2 | | | |
| I ^{D-12} ₂₋₁ | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в камениоберезовом лесу | 45-50 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | IV | 0,3 | 3 | 0,7 | 1,5 | 60 | 1 | 3 | 12 | 1,5 | 3,5 | 20 | 3 | | | |
| I ^{D-13} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Кедровый стланник и ольха с травостоем | 40-45 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | XII-III | - | - | - | 5,5 | 60 | 5 | 6 | 12 | 2,5 | 4 | 12 | 5 | | | |
| I ^{D-14} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Кедровый стланник и ольха с травостоем (на юге комплекса в камениоберезовом лесу) | 40-45 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | XII-III | - | - | - | 4,5 | 60 | 5 | 5 | 12 | 2 | 4 | 12 | 5 | | | |
| I ^{D-15} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Разнотравье в камениоберезовом лесу | 40-45 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 5,5 | 55 | 2 | 6 | 12 | 2,5 | 4 | 12 | 4 | | | |
| I ^{D-15} ₁₋₂ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Бамбук и травостой в широколиственно-темнохвойных лесах | 40-45 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 5,5 | 55 | 2 | 6 | 12 | 2,5 | 4 | 12 | 4 | | | |
| I ^{D-15} ₁₋₃ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Бамбук и кедровый стланник в камениоберезовом лесу | 40-45 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 5,5 | 55 | 1,5 | 6 | 12 | 2,5 | 4 | 12 | 3 | | | |
| I ^{F-13} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Кедровый стланник и заросли ольхи, камениоберезовом лесу | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | XII-III | - | - | - | 4,5 | 30 | 1 | 4 | 10 | 2 | 4 | 10 | 2 | | | |
| I ^{F-14} ₁₋₁ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Кедровый стланник и заросли ольхи, камениоберезовый лес с высокотравьем | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-III | - | - | - | 4 | 25 | 1 | 4 | 10 | 2 | 4 | 9 | 2 | | | |
| I ^{F-14} ₂₋₁ | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Камениоберезовый лес с высокотравьем | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-III | - | - | - | 4 | 25 | 1 | 4 | 10 | 2 | 4 | 9 | 2 | | | |

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

| Индекс | | Класс: | | | | | Подкласс: | | | | | Тип: | | | | Подтип: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|--------------|---|--|---|---|------------------------------|---|----|--------|----|------------------------------|----|-----------------------|----|---------|--|----|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Региональные | | Геологические и геоморфологические факторы | | | Характеристика лавнооборотов | | | Рельеф | | Геоморфолитическая структура | | Климатические факторы | | | Метеорологические факторы лавнообразования | | Лавинный режим | | | | См | | ЭП | | См | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

| Идентификатор | Литологические и геоботанические факторы лавинообразования | | Выл: | | | | Характеристика лавин | | | | | | | | | | | | Максимальная дальность выброса лавины (расчетная/фактическая), м | |
|---|--|---|---|---|--|--|--|------------------------------------|-----|---|-----|--------------------------------------|-----|---|-----|-----|-----|-----|--|------|
| | Литолого-стратиграфический комплекс снежного покрова | Растительность в зоне зарождения лавин | формирования лавиноопасного слоя, сутки | Коэффициент перекристаллизации снежной толщи (КП) | Характеристика снежной толщи на стадии дисгенеза в зоне зарождения лавин | | Период формирования лавин класса перекристаллизации снежной толщи, месяц | Средний объем, тыс. м ³ | | Максимальный объем (расчетный/фактический), тыс. м ³ | | Максимальная высота фронта лавины, м | | Максимальная толщина отложений (расчетная/фактическая), м | | | | | | |
| | | | | | Коэффициент растекания снежной толщи (Кр) | Коэффициент текстуры (К _T) | | Сп | ЭП | См | ЭП | См | Сп | ЭП | См | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Сп | ЭП | См | | Сп |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| I ₁ -15 I ₁ -1 | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Высокотравье в каменноберезовом лесу | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 4,5 | 50 | 1 | 4 | 12 | 2 | 4 | 12 | 2 | |
| I ₁ -15 I ₁ -2 | Сильно перекристаллизованная умеренно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в темнохвойных лесах | 40-45 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | I-II | - | - | - | 4,5 | 50 | 1 | 4 | 12 | 2 | 4 | 12 | 2 | |
| I ₁ -15 I ₁ -3 | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Бамбук с кедровым стлаником в широколиственно-хвойных лесах | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 4,5 | 50 | 1 | 4 | 12 | 2 | 4 | 12 | 2 | 1570 |
| I ₁ -15 I ₁ -4 | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Высокотравье и бамбук в каменноберезовом лесу | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 4,5 | 50 | 1 | 4 | 12 | 2 | 4 | 12 | 2 | |
| I ₂ -15 I ₂ -1 | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Высокотравье в каменноберезовом лесу | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 4,5 | 30 | 1 | 4 | 10 | 2 | 4 | 10 | 2 | |
| I ₃ -15 I ₃ -1 | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Высокотравье в каменноберезовых и темнохвойных лесах | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 4,5 | 30 | 1 | 4 | 10 | 2 | 4 | 10 | 2 | |
| I ₄ -15 I ₄ -1 | Умеренно перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Бамбук и травостой в широколиственно-темнохвойных лесах | 40-45 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | I-II | - | - | - | 4,5 | 30 | 1 | 4 | 10 | 2 | 4 | 10 | 2 | |
| I ₁ -2 I ₁ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Кедровый стланик в лиственных лесах | 40-45 | 1 | 0,9 | 0,8 | XII-IV | 0,2 | 1 | 0,1 | 0,7 | 15 | 0,5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 4,5 | 2 | |
| I ₁ -3 I ₁ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Кедровый стланик в лиственных лесах | 35-40 | 1 | 0,9 | 0,8 | XII-IV | 0,2 | 1 | 0,1 | 0,7 | 15 | 0,5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 4,5 | 2 | |
| I ₁ -4 I ₁ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бамбук в лиственных лесах | 35-40 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | I-IV | 0,2 | 1 | 0,1 | 1 | 10 | 0,5 | 3 | 8,5 | 1,5 | 3,5 | 5 | 2 | |
| I ₂ -4 I ₂ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бамбук в лиственных лесах | 30-35 | 1 | 0,9 | 0,9 | I-III | 0,15 | 0,7 | 0,05 | 1 | 10 | 0,5 | 2,5 | 8,5 | 1,5 | 3 | 4,5 | 2 | |
| I ₃ -4 I ₃ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бамбук в темнохвойных лесах | 35-45 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | I-III | 0,3 | 1,5 | 0,15 | 1 | 10 | 0,5 | 2,5 | 8,5 | 1 | 3,5 | 5 | 2 | |
| I ₄ -5 I ₄ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в лиственных лесах | 35-40 | 1 | 0,9 | 0,9 | I-IV | 0,2 | 1 | 0,1 | 1 | 10 | 0,5 | 3 | 8,5 | 1,5 | 3,5 | 5 | 2 | |
| I ₂ -5 I ₂ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в лиственных лесах | 30-35 | 1 | 0,9 | 0,9 | I-IV | 0,15 | 0,7 | 0,05 | 1 | 10 | 0,5 | 2,5 | 8,5 | 1,5 | 3 | 4,5 | 2 | 700 |
| I ₃ -8 I ₃ -1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в темнохвойных лесах | 35-45 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | I-IV | 0,2 | 1 | 0,1 | 1 | 10 | 0,5 | 2,5 | 8,5 | 1 | 3 | 4,5 | 2 | |

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

| Класс: | | | | Полюс: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|-----------|--|---|---|---|---|----|----|----------|-----|-----|----|----|--|-----|-----|---|----|-----|----------------------|-------|-------|-------|-----|--|----|--------|------|--|
| Регionalьные | 1 | 2 | 3 | 4 | Геологические и геоморфологические факторы | | | Тип: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Макроструктура рельефа | | | Климатические факторы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| И н а к с | 3 | 4 | 5 | И н а к с | Геоморфологическая структура | | | И н а к с | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Рельеф | | | Осадки и снежный покров климатического района | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| И н а к с | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Метеорологические факторы лавнообразования | | | Лавинный режим | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Характеристика лавнооборотов | | | Осадки и снежный покров на стадии сепментации в зоне зарождения лавин | | | Лавиноопасный период | | | | | Среднее число различных типов из 1 лавнообора за сезон | | | | |
| И н а к с | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| И н а к с | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| И н а к с | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | II | | | | | | | II E-13 | 89 | 114 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| | | | | | | | | | | | | II E-14 | 171 | 74 | | | II E-15 | 880 | 180 | 120 | 18 | 90 | 05.11 | 15.12 | 10.05 | 15.04 | 120 | 155 | 15 | 05.1 | 05.1 | |
| | | | | | | | | | | | | II E-15 | 133 | 38 | 71 | | II E-15 | 600 | 160 | 100 | 16 | 60 | 15.12 | 01.01 | 15.04 | 10.03 | 70 | 110 | 13 | 02.0-3 | 05.1 | |
| | | | | | | | | | | | | III A-1 | 204 | 91 | | | III A-1 | 650 | 230 | 80 | 18 | 200 | 01.11 | 01.12 | 11.05 | 01.05 | 150 | 180 | 13 | 05.1 | 1-2 | |
| | | | | | | | | | | | | III A-2 | 176 | 36 | 43 | | III A-2 | 350 | 150 | 60 | 16 | 150 | 20.11 | 05.12 | 05.05 | 20.04 | 110 | 140 | 13 | 05.1 | 1-2 | |
| | | | | | | | | | | | | III A-3 | 197 | 60 | 61 | | III A-3 | 350 | 150 | 60 | 16 | 150 | 20.11 | 05.12 | 05.05 | 20.04 | 110 | 150 | 13 | 05.1 | 1-2 | |
| | | | | | | | | | | | | III A-4 | 178 | 31 | 63 | | III A-4 | 250 | 120 | 60 | 12 | 130 | 01.12 | 10.12 | 25.04 | 10.04 | 105 | 135 | 13 | 1-2 | | |
| | | | | | | | | | | | | III A-4 | 309 | | | | III A-4 | 450 | 230 | 85 | 19 | 150 | 01.12 | 15.12 | 25.04 | 15.04 | 105 | 140 | 12 | 05.1 | 1-2 | |
| | | | | | | | | | | | | III A-5 | 186 | 77 | 41 | | III A-5 | 300 | 230 | 85 | 16 | 160 | 20.11 | 05.12 | 05.05 | 20.04 | 120 | 150 | 13 | 1-2 | | |
| | | | | | | | | | | | | III A-10 | 161 | 58 | 50 | | III A-10 | 450 | 230 | 85 | 19 | 150 | 01.12 | 15.12 | 25.04 | 15.04 | 105 | 140 | 12 | 02.0-3 | 1-2 | |
| | | | | | | | | | | | | III A-12 | 154 | 58 | 49 | | III A-12 | 300 | 120 | 55 | 11 | 150 | 01.12 | 20.12 | 20.04 | 01.04 | 100 | 130 | 12 | 02.0-3 | 1-2 | |
| | | | | | | | | | | | | III B-1 | 204 | 91 | | | III B-1 | 300 | 200 | 66 | 10 | 120 | 25.10 | 25.11 | 15.05 | 06.05 | 160 | 180 | 13 | 05.1 | 05.1 | |
| | | | | | | | | | | | | III B-2 | 176 | 36 | 43 | | III B-2 | 167 | 150 | 70 | 8 | 120 | 10.11 | 01.12 | 15.05 | 25.04 | 145 | 160 | 13 | 05.1 | 05.1 | |

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

| Индекс | | Литологические и геоботанические факторы лавинообразования | | Выс: Характеристика лавин | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|--|-------|--|-----|---|--|---------------------------|------------------------------------|--|-----|--------------------------------------|------|--|-----|---|-----|-----|------|-----|
| | | Литолого-стратиграфический комплекс снежного покрова | | Растительность в зоне зарождения лавин | | Формирования лавиноопасного слоя, сутки | | | | Характеристика снежной толщи на стадии диагенеза в зоне зарождения лавин | | | | Период формирования лавин класса непереставляющих снежной толщи, месяцев | | | | | | |
| | | | | | | Коэффициент перекристаллизации снежной толщи (КП) | Коэффициент рассеивания снежной толщи (Кр) | Коэффициент текстуры (Кт) | Средний объем, тыс. м ³ | Максимальный объем (расчетный фактический), тыс. м ³ | | Максимальная высота фронта лавины, м | | Максимальная толщина отложений (дискретная фактическая), м | | Максимальная дальность выброса лавин (расчетная/фактическая), м | | | | |
| Сп | ЭП | См | ЭП | Сп | ЭП | | | | | См | ЭП | Сп | ЭП | См | ЭП | | | | | |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| III E-13 I-1 | Слабо перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Разнотравье, кедровый стланик и ольха | 30-35 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | I-II | - | - | - | 0,5 | 5 | 0,5 | 3 | 7 | 1 | 2,5 | 3 | 1,2 | |
| III E-14 I-1 | Слабо перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Разнотравье, кедровый стланик и ольха | 30-35 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | I-II | - | - | - | 0,5 | 5 | 0,5 | 3 | 7 | 1 | 2,5 | 3 | 1,2 | 175 |
| III E-15 I-1 | Слабо перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Высокотравье в каменистоберовом лесу | 30-35 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | II | - | - | - | 0,3 | 5 | 0,5 | 2,5 | 7 | 1 | 2,5 | 3 | 1,2 | |
| III E-15 2-1 | Слабо перекристаллизованная слабо разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бабук по ольхе и кедровому стланику | 30-35 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | II | - | - | - | 0,3 | 5 | 0,5 | 2,5 | 7 | 1 | 2,5 | 3 | 1,2 | |
| III A-1 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в лиственных лесах | 40-45 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | 0,1 | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 2,5 | 0,5 | 2,5 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1,2 | |
| III A-2 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарнички в лиственных лесах | 40-45 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | 0,1 | 0,4 | 0,05 | 0,5 | 2,5 | 0,5 | 2 | 4 | 1 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | |
| III A-3 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарнички в лиственных лесах | 40-45 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | XI-IV | 0,1 | 0,4 | 0,05 | 0,5 | 2,5 | 0,5 | 2 | 4 | 1 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | |
| III A-4 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в лиственных лесах | 35-40 | 1 | 0,9 | 0,8 | XI-IV | 0,07 | 0,4 | 0,05 | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1,2 | 420 |
| III A-4 2-1 | Сильно перекристаллизованная средние разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бабук на лесных вырубках и гарях | 40-45 | 0,8 | 0,7 | 0,2 | XI-IV | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1,2 | |
| III A-5 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье светло- и темнохвойных лесов | 30-35 | 1 | 0,8 | 0,7 | I-IV | 0,1 | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1,2 | |
| III A-10 I-1 | Сильно перекристаллизованная средние разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бабук на лесных вырубках и гарях | 40-45 | 0,8 | 0,7 | 0,2 | I-IV | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1,2 | |
| III A-12 I-1 | Сильно перекристаллизованная умеренно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бабук на лесных вырубках и гарях | 35-40 | 0,8 | 0,7 | 0,3 | I-III | 0,15 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 | 3 | 1 | 2,5 | 2,5 | 1 | |
| III B-1 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в лиственных лесах | 30-35 | 1 | 0,8 | 0,7 | XI-IV | - | - | - | 0,1 | 1 | 0,05 | 1,5 | 2,5 | <1,0 | 1,5 | 2,5 | <1,0 | |
| III B-2 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарнички в лиственных лесах | 30-35 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | - | - | - | 0,1 | 0,5 | 0,05 | 1,5 | 2 | <1,0 | 1,5 | 2 | <1,0 | |

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

| Класс: Региональные | Подкласс: Геологические и геоморфологические факторы | | | | Тип: Климатические факторы | | | | Подтип: Метеорологические факторы лавинообразования | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|------------------------|-----------------------|--------|----------------------------|----------------------------|--------|---|---|---|--|----------------------|-----|----|----------------|---------|-----|---|----|----|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-------|-------|---|--|---|--|--|--|---|---|---------|---|--|------------------|---------|--------------------------|--------|------------------|---------|--------------------------|----|---|---|----|
| | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма твердых осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | Лавиноопасный период | | | Лавинный режим | | | Среднее число лавин различных генетических типов из 1 лавинобора за сезон | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III | Равнин | Равнин | <10 | III | Равнины Северного Сахалина | >150 | 10-70 | Склон | 0,5-1,0 | Δ 0,1 | III B-3 | 298 | 197 | 60 | 61 | III B-3 | 250 | 150 | 80 | 10 | 180 | 25.10 | 25.11 | 15.05 | 06.05 | 160 | 175 | 1-3 | 0,5-1 | 0,5-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Сумма осадков (твёрдые и смешанные) за сезон (**твёрдые осадки за период XI-IV), мм | Число дней с устойчивым снежным покровом | Наибольшая декадная высота снежного покрова по постоянной рефлекс, см | Число дней с метелью | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Число снегопадов за сезон (>10 мм осадков) | Максимальная толщина снежного покрова, см | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Географическая структура | Абсолютная высота, м | Глубина расчленения, м | Преобладающий морфологический тип лавиноборов по [Северский, Благовещенский, 1983] | Колпачность лавиноборов на поточный километр | Средняя плотность, га | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Макроструктура рельефа | Тип лавинного процесса | Плотная пористость, % | Индекс | Рельеф | Характеристика лавиноборов | Индекс | Осадки и снежный покров климатического района | Индекс | Максимальная сумма осадков за сезон, мм | Осадки и снежный покров на стадии седиментации в зоне зарождения лавин | ранняя | средняя | поздняя | ранняя | последней лавины | средняя | Продолжительность, сутки | Сн | Э | П | См |

Генетический класс лавин: Сн – сингенетические лавины нового снега (свежевыпавшего и метелевого) – образуются из сухого снега при его быстром накоплении за счет большой скорости прироста массы снега во время чистый класс лавин: См – сингенетические лавины перекристаллизованного снега (инсоляционные и адвекционные) – образуются при ослаблении связи между кристаллами снега в верхней части снежной толщи результате воздействия Э – эпигенетические лавины перекристаллизованного снега – образуются из сухого снега старого снега, в котором вследствие процессов метаморфизма произошли преобразования структуры и П – полигенетические лавины – образуются из смешанного снега (сухого старого и нового снега, сухого и влажного снега, сухого и мокрого снега), в котором вследствие процессов метаморфизма произошли оттапели и антропогенные причины; обладают наибольшими скоростями, объемом и разрушительной силой и наиболее опасны для объектов капитального строительства.

Продолжение таблицы 3
Continue of table 3

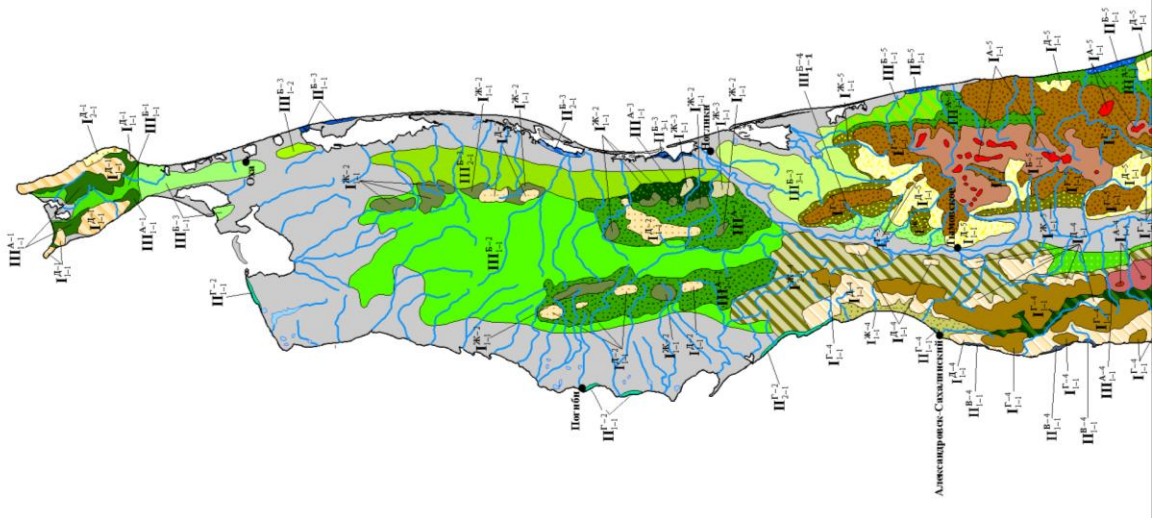
| Вид: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|---------------------------|------------------------------------|-------|---|-------|--------------------------------------|------|---|-----|--|------|-----|------|----|-----|
| Лито-геологические и геобулические факторы лавинообразования | | | | Характеристика лавин | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Индекс | Лито-гео-стратиграфический комплекс снежного покрова | Растительность в зоне зарождения лавин | Характеристика снежной толщи на стадии диагностики в зоне зарождения лавин | | | | Средний объем, тыс. м ³ | | Максимальный объем (расчетный фактический), тыс. м ³ | | Максимальная высота фронта лавины, м | | Максимальная толщина отложений (расчетная фактическая), м | | Максимальная дальность выброса лавины (расчетная фактическая), м | | | | | |
| | | | формирования лавиноопасного слоя, сутки | коэффициент перекристаллизации снежной толщи (КП) | коэффициент вторичного расчленения снежной толщи (Квр) | коэффициент текстуры (Кт) | Сп | ЭП | См | Сп | ЭП | См | Сп | ЭП | См | Сп | ЭП | | | |
| | | | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| III Б-3 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Кедровый стланик с травостоем в листовичных лесах | 30-35 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | - | - | 0,1 | 0,5 | 0,05 | 1,5 | 2 | <1,0 | 1,5 | 2 | <1,0 | | |
| III Б-3 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье в елово-пихтовых лесах | 30-35 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | - | - | 0,3 | 1 | 0,1 | 2 | 2,5 | <1,0 | 2 | 2,5 | 1 | | 245 |
| III Б-3 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарники в листовичных лесах | 35-40 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | - | - | 0,3 | 1 | 0,1 | 2 | 2,5 | <1,0 | 2 | 2,5 | 1 | | |
| III Б-3 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарники в листовичных лесах | 35-40 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | - | - | 0,1 | 0,5 | 0,05 | 1,5 | 2 | <1,0 | 1,5 | 2 | <1,0 | | |
| III Б-3 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье смешанных лесов | 35-40 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | XI-IV | - | - | 0,3 | 1 | 0,1 | 2 | 2,5 | <1,0 | 2 | 2,5 | 1 | | |
| III Б-4 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарники в листовичных лесах | 35-40 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | XI-IV | - | - | 0,3 | 1 | 0,1 | 2 | 2,5 | <1,0 | 2 | 2,5 | 1 | | |
| III Б-5 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье смешанных лесов | 35-40 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | XI-IV | 0,025 | 0,1 | 0,025 | 0,3 | 1 | 0,1 | 2 | 2,5 | <1,0 | 2 | 2,5 | 1 | 50 |
| III Б-1 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье смешанных лесов | 35-40 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | XI-IV | - | - | 0,1 | 0,3 | 0,05 | 1,5 | 2 | <1,0 | 1,5 | 3 | 1 | | |
| III Б-2 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и кустарники в листовичных лесах | 35-40 | 1 | 0,9 | 0,7 | XI-IV | - | - | 0,05 | 0,2 | 0,03 | 1,2 | 1,5 | <1,0 | <1,0 | 2,5 | <1,0 | | 175 |
| III Б-3 I-1 | Сильно перекристаллизованная умеренно разрыхленная снежная толща | Разнотравье и бамбук в елово-пихтовых лесах | 40-45 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | I-III | 0,025 | 0,1 | 0,025 | 0,1 | 0,3 | 0,05 | 1,5 | 2,5 | <1,0 | 1,5 | 3 | 1 | |
| III Б-4 I-1 | Сильно перекристаллизованная сильно разрыхленная снежная толща | Разнотравье смешанных лесов | 40-45 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | I-III | 0,025 | 0,1 | 0,025 | 0,1 | 0,3 | 0,05 | 1,5 | 2,5 | <1,0 | 1,5 | 3 | 1 | 50 |

снегопада или метели при незначительном пределе прочности на сдвиг в основании свежестолженного снега; как правило, движутся по слою старого снега.

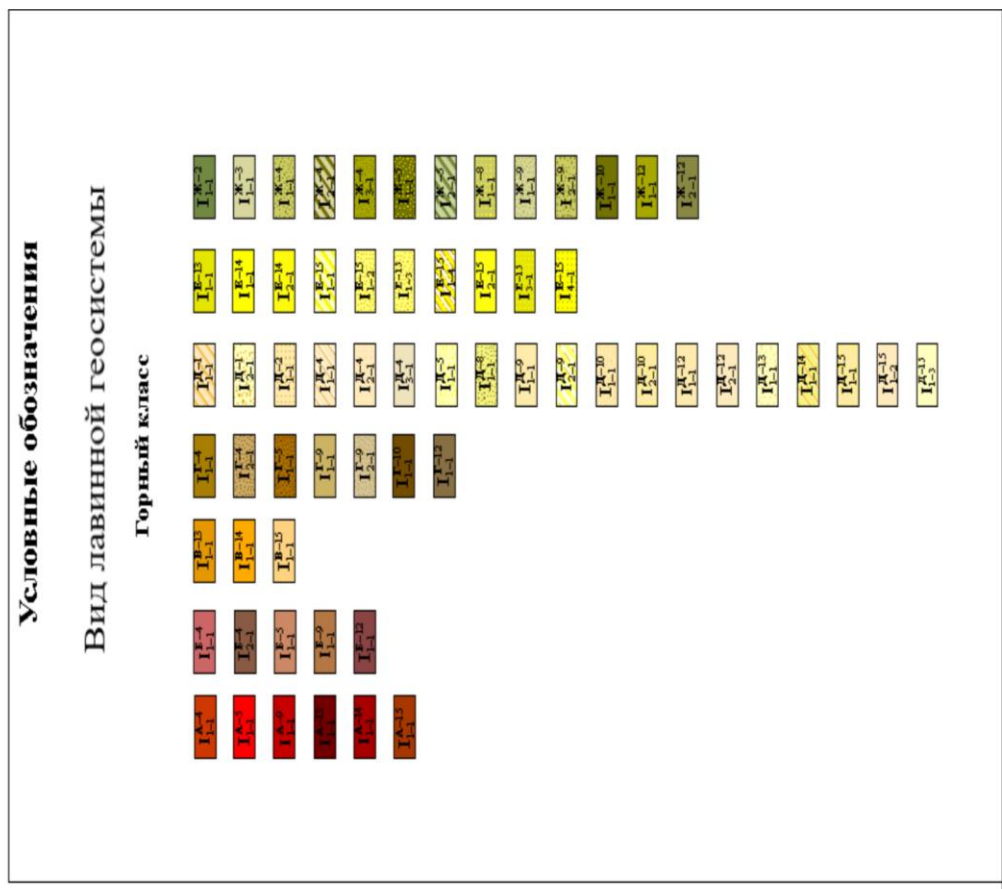
твия на снежный покров солнечной радиации и (или) активных масс воздуха в период весеннего снеготаяния или при оттепели.

текстуры снежных слоёв и сформировались лавиноопасные слои; обладают наибольшими скоростями, объемом и разрушительной силой и наиболее опасны для объектов капитального строительства. преобразования структуры и текстуры снежных слоёв и сформировались лавиноопасные слои; формируются под воздействием дополнительных причин, в роли которых выступают снегопады, метели,

Лавинные геосистемы о.Сахалина и Курильских островов о. Сахалин



Масштаб 1 : 2 500 000
25 0 50 100 км



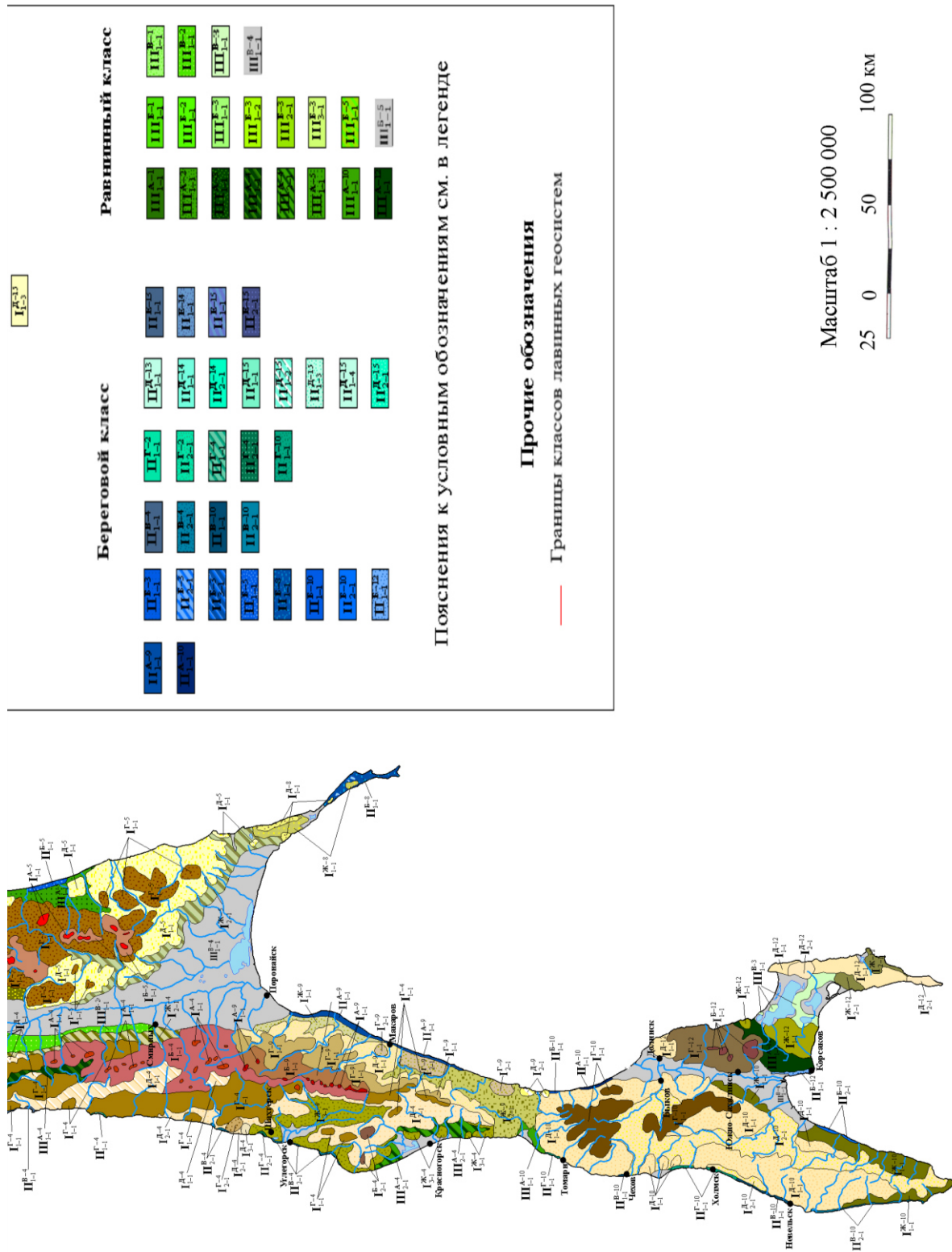


Рисунок 1. Карта «Лавинные геосистемы о. Сахалин и Курильских островов». о. Сахалин
 Figure 1. The map «Avalanche geosystems of Sakhalin Island and the Kuril Islands». Sakhalin Island

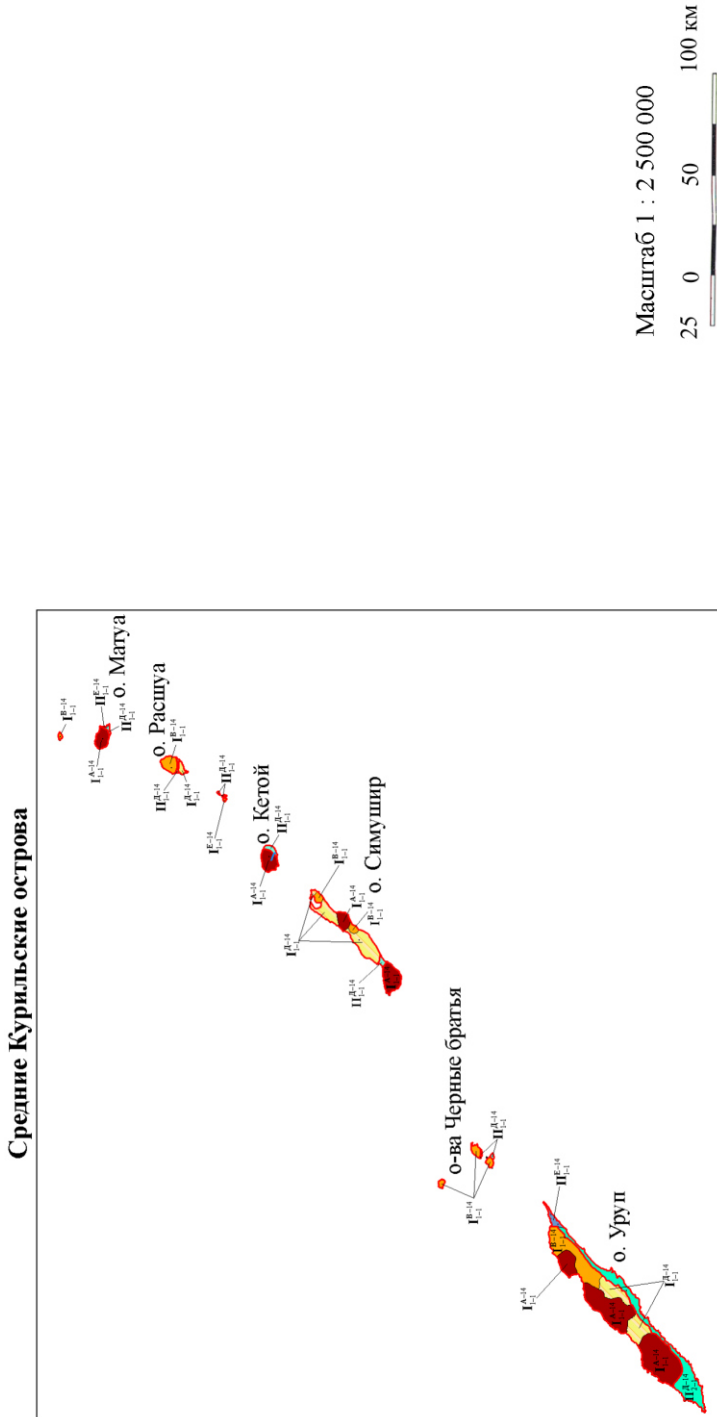


Рисунок 2. Карта «Лавинные геосистемы о. Сахалин и Курильских островов». Курильские острова

Figure 2. The map «Avalanche geosystems of Sakhalin Island and the Kuril Islands». Kuril Islands

Выводы

1. Разработанная таксономическая шкала классификации лавинных геосистем и алгоритм расчёта количественных характеристик лавинных процессов и их режима позволяют оценить интенсивность проявления лавинных процессов на неизученной или малоизученной территории на основе анализа геоморфологической, геологической, ландшафтной и климатической характеристики территории.

2. Построенная на основе разработанной методики карта лавинных геосистем о. Сахалин и Курильских островов в масштабе 1: 1 000 000 содержит наиболее полные на сегодняшний день сведения о лавинных процессах и об их режиме на исследуемой территории.

3. Предлагаемые методологические принципы построения мелко- и среднemasштабных карт лавинных геосистем для неизученных и малоизученных территорий позволяют разрабатывать содержание карт для оценки лавинной опасности как для решения научных задач, так и для использования на ранних стадиях проектно-изыскательских работ. Использование полученных таким путём характеристик лавинных процессов позволяет оценить вероятную степень их воздействия на объекты и сооружения в зависимости от их категории и режима эксплуатации. Полученные оценки дают возможность уже на ранних стадиях проектирования определять необходимость проведения и объём изыскательских работ, а также объём необходимых затрат на изыскания и вероятных затрат на разработку и проведение защитных мероприятий.

Литература

References

Александров С.М. Остров Сахалин. М.: Наука, 1973. 183 с.

Aleksandrov S.M. Ostrov Sakhalin [Sakhalin Island]. Moscow, Publ. Nauka, 1973. 183 p. (In Russian).

Атлас Сахалинской области / Гл. ред. Г.В. Комсомольский и И.М. Сирьк. М.: ГУГК, 1967. 135 с.

Atlas Sakhalinskoi oblasti [Atlas of the Sakhalin Region]. Komsomol'skii G.V., Siryk I.M. (eds.). Moscow, Publ. of General Directorate of Geodesy and Cartography, 1967. 135 p. (In Russian).

Атлас снежно-ледовых ресурсов мира в 2-х т. Том 2: в 2-х кн.

Atlas snezhno-ledovykh resursov mira v 2 t. Tom 2: v 2 kn. Kniga 1 [World Atlas of Snow and Ice Resources in 2 volumes. Volume 2: in 2 books. Book 1]. Kotlyakov V.M. (ed.).

- Книга 1.* / Гл. ред. В.М. Котляков. Moscow, Publ. of General Directorate of Geodesy and Cartography, 1998. 264 p. (In Russian).
- Боброва Д.А.* Зависимость дальности выброса лавин на о. Сахалин от морфологии и морфометрии лавиносбора в условиях Сахалина // Геориск. 2009. № 4. С. 14-17
Bobrova D.A. Zavisimost' dal'nosti vybroso lavin na o. Sakhalin ot morfologii i morfometrii lavinosbora v usloviyakh Sakhalina [Dependence of the range of avalanches on Sakhalin Island from the morphology and morphometry of avalanche collection in Sakhalin]. *Georisk [Georisk]*, 2009, no. 4, pp. 14-17. (In Russian; abstract in English).
- Боброва Д.А.* Построение карт лавинной опасности территорий населённых пунктов Сахалинской области // Геориск. 2010. №4. С. 38-41
Bobrova D.A. Postroenie kart lavinnoi opasnosti territorii naselennykh punktov Sakhalinskoi oblasti [Mapping avalanche hazard of the Sakhalin Region settlement areas]. *Georisk [Georisk]*, 2010, no. 4, pp. 38-41. (In Russian; abstract in English).
- Боброва Д.А.* Лавинная опасность равнинных территорий о. Сахалин // Лёд и снег. 2013. Том 53. № 4. С. 60-66. DOI: [10.15356/2076-6734-2013-4-60-66](https://doi.org/10.15356/2076-6734-2013-4-60-66)
Bobrova D.A. Lavinnaya opasnost' ravninnykh territorii o. Sakhalin [Avalanche hazard in plain area of Sakhalin Island]. *Led i sneg [Ice and snow (Russia)]*, 2013, vol. 53, no. 4, pp. 60-66. (In Russian; abstract in English). DOI: [10.15356/2076-6734-2013-4-60-66](https://doi.org/10.15356/2076-6734-2013-4-60-66)
- Боброва Д.А.* Оценка лавинной опасности на равнинных территориях о. Сахалин: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Хабаровск, 2014, 24 с.
Bobrova D.A. *Otsenka lavinnoi opasnosti na ravninnykh territoriyakh o. Sakhalin. Avtoref. diss. kand. geogr. nauk [Avalanche hazard assessment in the lowlands of Sakhalin Island. Ph. D. (Geography) Thesis]*. Khabarovsk, 2014. 24 p. (In Russian).
- Боброва Д.А.* Построение карты природных лавинных комплексов для равнинных территорий (на примере острова Сахалин) // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2017. № 4. С. 141-146.
Bobrova D.A. Postroenie karty prirodnykh lavinnykh kompleksov dlya ravninnykh territorii (na primere ostrova Sakhalin) [The mapping of natural avalanche complexes for plains (on the example of the Sakhalin Island)]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk [Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences]*, 2017, no. 4, pp. 141-146. (In Russian; abstract in English).

- Володичева Н.А. Характеристика лавинной опасности Курильских островов // Лавины Сахалина и Курильских островов / Под ред. К.Ф. Войтковского, В.Е. Барабаша. Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 26-39.
- География лавин / Под ред. С.М. Мягкова, Л.А. Канаева. М.: МГУ, 1992. 330 с.
- Геология СССР: в 48 т. Т. 33. Остров Сахалин: геологическое описание / Гл. ред. А.В. Сидоренко. М.: Недра, 1970. 432 с.
- Гиг Дж., ван Прикладная общая теория систем. Книги 1-2 / Пер. с англ. под ред. Б.Г. Сушкова, В.С. Тюхтина. М.: Мир, 1981.
- Дзюба В.В. Географические принципы разработки методик прогноза лавиноопасных периодов для малоисследованных районов: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М.: Изд-во МГУ, 1983. 23 с.
- Древילו М.С. О классификациях отложенного снега. Южно-Сахалинск: Изд-во Сахалинского УГМС, 1981. 24 с.
- Древילו М.С. Структура снежного покрова о. Сахалин (подзона Chereshekin D.S., Kononov A.A., Tishchenko D.V. Printsipy taksonomii ugroz bezopasnosti informatsionnykh sistem [Principles of taxonomy of security threats to information systems]. *Vestnik Rossiiskogo fonda fundamental'nykh issledovaniy [Bulletin of the Russian Foundation for Basic Research]*, 1999, no. 3(17), pp. 68-72. (In Russian).
- Drevilo M.S. *O klassifikatsiyakh otlozhennogo snega [On classifications of deposited snow]*. Yuzhno-Sakhalinsk: Publ. of Sakhalinskogo UGMS, 1981. 24 p. (In Russian).
- Drevilo M.S. Struktura snezhnogo pokrova o. Sakhalin (podzona srednei svetlokhvoynoi taigi) [The structure of the snow cover about Sakhalin (subzone of medium light coniferous taiga)]. *Trudy Gidromettsentra Sakhalinskogo UGMS. Regional'nye issledovaniya. [Proceedings of the Hydrometeorological Center of the Sakhalin UGMS. Regional studies]*. Yuzhno-Sakhalinsk, 1988, pp. 124-127. (In Russian).
- Drevilo (Varganova) M.S. Struktura snezhnogo pokrova v zonakh lavinoobrazovaniya o. Sakhalin [Snow cover structure in the avalanche zones of Sakhalin Island]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy [Data of glaciological studies]*, 2000, publ. 88, pp. 107-112. (In Russian; abstract in English).
- Drevilo M.S. *Geoekologicheskie issledovaniya snezhnogo pokrova na osnove ego landshaftno-indikatsionnykh svoystv: na primere o. Sakhalin. Avtoref. diss. kand. geogr. nauk [Geoecological studies of the snow cover on the basis of its landscape-indicating properties: on the example of Sakhalin Island. Ph. D. (Geography) Thesis]*. Barnaul, IViEP SO RAN, 2001. 27 p. (In Russian).

средней светлохвойной тайги) // Труды Гидрометцентра Сахалинского УГМС. Региональные исследования. Южно-Сахалинск, 1988. С. 124-127.

Древилло (Варганова) М.С. Структура снежного покрова в зонах лавинообразования о. Сахалин // *Материалы гляциологических исследований.* 2000. Вып. 88. С. 107-112

Древилло М.С. Геоэкологические исследования снежного покрова на основе его ландшафтно-индикационных свойств: На примере о. Сахалин: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Барнаул, ИВиЭП СО РАН, 2001. 27 с.

Древилло (Варганова) М.С., Жирюев С.П., Окопный В.И., Казаков Н.А., Генсировский Ю.В. Мониторинг снежного покрова о. Сахалин // *Материалы гляциологических исследований.* 2000. Вып. 89. С. 89-94.

Древилло М.С., Казаков Н.А. К вопросу о современном состоянии оценки степени лавинной опасности Курильских островов // *Тезисы докладов научно-практической конференции, посвящённой 300-летию освоения Курильских*

Drevilo M.S., Kazakov N.A. К вопросу о современном состоянии оценки степени лавинной опасности Курильских островов [On the current state of assessing the degree of avalanche hazard of the Kuril Islands]. *Tezisy докладov nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyaya-shchennoi 300-letiyu osvoeniya Kuril'skikh ostrovov russkimi lyud'mi «Kuril'skie ostrova: istoriya, sovremennost', perspektivy» (g. Yuzhno-Sakhalinsk, 16-17 dekabrya 1997 g.)* [Abstracts of the scientific-practical conference dedicated to the 300th anniversary of the development of the Kuril Islands by Russian people "Kuril Islands: history, modernity, prospects" (Yuzhno-Sakhalinsk, December 16-17, 1997)]. Yuzhno-Sakhalinsk, 1997, vol. 2, pp. 91-92. (In Russian).

Drevilo (Varganova) M.S., Zhiruev S.P., Okopnyi V.I., Kazakov N.A., Gensirovskii Yu.V. Monitoring snezhnogo pokrova o. Sakhalin [Snow cover monitoring of Sakhalin Island]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy* [Data of glaciological studies], 2000, publ. 89, pp. 89-94. (In Russian; abstract in English).

Dzyuba V.V. *Geograficheskie printsipy razrabotki metodik prognoza lavinoopasnykh periodov dlya maloissledovannykh raionov. Avtoref. diss. kand. geogr. nauk* [Geographical principles for the development of techniques for forecasting avalanche periods for little explored areas. Ph. D. (Geography) Thesis]. Moscow, Publ. MSU, 1983. 23 p. (In Russian).

Ebeling W. *Strukturbildung bei Irreversiblen Prozessen – Eine Einführung in die Theorie dissipativer Strukturen.* Leipzig, Publ. BSB Teubner, 1976. 194 p. (Russ. ed.: *Ebeling V. Obrazovanie struktur pri neobratimyykh protsessakh. Vvedenie v teoriyu dissipativnykh struktur.* Moscow, Publ. Mir, 1979. 280 p.).

островов русскими людьми «Курильские острова: история, современность, перспективы» (г. Южно-Сахалинск, 16-17 декабря 1997 г.). Южно-Сахалинск, 1997. Т.2. С. 91-92.

Жируев С.П., Окопный В.И., Казаков Н.А., Генсиоровский Ю.В. Лавинная опасность на автомобильных и железных дорогах Сахалина и Курил //Геориск. 2010. № 4. С. 50-57

Земцова А.И. Климат Сахалина. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 197 с.

Иванов А.В. Общий обзор лавинного режима острова Сахалин // Лавины Сахалина и Курильских островов / Под ред. К.Ф. Войтковского, В.Е. Барабаша. Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 4-25.

Иванов А.В., Васильев А.Б. Некоторые результаты натурных исследований лавинного режима в условиях муссонного климата // Снег и лавины Сахалина / Под ред. В.Е. Барабаша, А.К. Дюнина. Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 34-55.

Кадастр лавин СССР. Том 18. Дальний Восток / Под ред.

Geografiya lavin [Geography of Avalanches]. Myagkova S.M., Kanaeva L.A. (eds.). Moscow, Publ. of MSU, 1992. 330 p. (In Russian).

Geologiya SSSR: v 48 t. T. 33. Ostrov Sakhalin: geologicheskoe opisanie [Geology of the USSR: in 48 vol. T. 33. Sakhalin Island: geological description] A.V. Sidorenko (ed.). Moscow, Publ. Nedra, 1970. 432 p. (In Russian).

Gigch John P. van *Applied general systems theory*. New York, Hagerstown, San Francisco, London, Harper & Row Publishers, 1978. 602 p. (Russ. ed.: Gig Dzh., van *Prikladnaya obshchaya teoriya sistem. Knigi 1-2*. Moscow, Publ. Mir, 1981.)

Haken H. *Advanced Sinergetics*. Springer-Verlag, Ser.Sinergetics, Berlin, Heidelberg, 1983. (Russ. ed.: Khaken G. *Sinergetika. Ierarkhii neustoichivostei v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustroi-stvakh*. Moscow, Publ. Mir, 1985. 424 p.)

Ivanov A.V. Obshchii obzor lavinnogo rezhima ostrova Sakhalin [A general overview of the avalanche regime of Sakhalin Island]. In Voitkovskiy K.F., Barabasha V.E. (eds.) *Laviny Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov [Avalanches of Sakhalin-on and the Kuril Islands]*. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 1971, pp. 4-25. (In Russian).

Ivanov A.V., Vasil'ev A.B. Nekotorye rezultaty naturnykh issledovaniy lavinnogo rezhima v usloviyakh mussonnogo klimata [Some results of field studies of the avalanche regime in monsoon climate]. In Barabasha V.E., Dyunina A.K. (eds.) *Sneg i laviny Sakhalina [Snow and Avalanches of Sakhalin Island]*. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 1975, pp. 34-55. (In Russian).

Л.А. Канаева. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 122 с.

Казаков Н.А. Геологические и ландшафтные критерии оценки лавинной и селевой опасности при строительстве линейных сооружений (на примере о. Сахалин): Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Южно-Сахалинск, 2000. 36 с.

Казаков Н.А. Природный лавинный комплекс как триггерная геосистема: предпосылки управления лавинным процессом // Материалы Всероссийской конференции «Риск-2003» (г. Москва, 26-28 марта 2003 г.). М.: АНКИЛ, 2003. Т. 2. С. 344-348.

Казаков Н.А. О формировании лавин в лесу // Материалы гляциологических исследований. 2007. Вып. 102. С. 192-196.

Казаков Н.А. Перекристаллизация снега и особенности лавинообразования на Сахалине и Курильских островах // Материалы Международной научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора географического факультета МГУ

Kadastr lavin SSSR. Tom 18. Dal'nii Vostok [Cadastr of avalanches of the USSR. Volume 18. The Far East]

Kanaeva L.A. (ed.). Leningrad, Publ. Hidrometeoizdat, 1988. 122 p. (In Russian).

Karta lavinoopasnykh raionov Sovetskogo Soyuza [Map of avalanche hazardous areas of the Soviet Union]. Moscow, Publ. of MSU, 1971. (In Russian).

Karta litologicheskikh kompleksov i proyavlenii ekzogenykh protsessov o. Sakhalin: masshtab 1:500 000 [Map of lithological complexes and manifestations of exogenous processes about. Sakhalin: scale 1: 500 000]. Tyutrina I.I., Sergeeva K.F. (eds.). Moscow, Publ. of General Directorate of Geodesy and Cartography, 1984. (In Russian).

Katalog lavin o. Sakhalin i Kuril'skikh ostrovov za period 1935-1989 [Catalog of avalanches of Sakhalin Island and the Kuril Islands for the period 1935-1989]. Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalinskoe UGMS, 1990. (In Russian).

Kazakov N.A. *Geologicheskie i landshaftnye kriterii otsenki lavinnoi i selevoi opasnosti pri stroitel'stve lineinykh sooruzhenii (na primere o. Sakhalin): Avtoref. diss. kand. geol.-mineral. nauk [Geological and landscape criteria for assessing avalanche and debris flow hazard during the construction of linear structures (on the example of Sakhalin Island). Ph. D. (geological and mineralogical) Thesis]* Yuzhno-Sakhalinsk, 2000. 36 p. (In Russian).

Kazakov N.A. *Prirodnyi lavinnyi kompleks kak trigger naya geosistema: predposylki upravleniya lavinnym protsessom [Natural avalanche complex as a trigger geosystem: prerequisites for controlling the avalanche process]. Materialy Vserossiiskoi konferentsii «Risk-2003» (g. Moskva, 26-28 marta 2003 g.) [The proceedings of the All-Russian*

Георгия Казимировича Тушинского «Гляциология в начале XXI века» (г. Москва, 15-16 октября 2009 г.). М.: Изд-во Университетская книга, 2009а. С. 70-77.

Казиков Н.А. Природный лавинный комплекс как триггерная геосистема // Материалы Международной научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора географического факультета МГУ Георгия Казимировича Тушинского «Гляциология в начале XXI века» (г. Москва, 15-16 октября 2009 г.). М.: Изд-во Университетская книга, 2009б. С. 110-115.

Казиков Н.А. Литолого-стратиграфические комплексы снежного покрова: эволюция снежного покрова в Арктике и прогноз изменения физико-механических характеристик снежной толщи // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Комплексные научные исследования и сотрудничество в Арктике: взаимодействие вузов с академическими и отраслевыми научными организациями» (г. Архангельск,

Conference "Risk-2003" (Moscow, March 26-28, 2003)]. Moscow, Publ. ANKIL, 2003, vol. 2, pp. 344-348. (In Russian).

Kazakov N.A. O formirovaniy lavin v lesu [On the formation of avalanches in the forest]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy [Data of glaciological studies]*, 2007, publ. 102, pp. 192-196. (In Russian; abstract in English).

Kazakov N.A. Perekristallizatsiya snega i osobennosti lavinoobrazovaniya na Sakhaline i Kuril'skikh ostrovakh [Recrystallization of snow and features of avalanche formation on Sakhalin and the Kuril Islands]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora geograficheskogo fakul'teta MGU Georgiya Kazimirovicha Tushinskogo «Glyatsiologiya v nachale dvadtsat' pervogo veka» (g. Moskva, 15-16 oktyabrya 2009 g.) [The proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 100th birthday of Georgy Kazimirovich Tushinsky, professor of the Faculty of Geography of Moscow State University, "Glaciology at the beginning of the twenty first century" (Moscow, October 15-16, 2009)]. Moscow, University Book Publishing House, 2009a, pp. 70-77. (In Russian).*

Kazakov N.A. Prirodnyi lavinnyi kompleks kak triggernaya geosistema [The natural avalanche complex as a trigger geosystem] *Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora geograficheskogo fakul'teta MGU Georgiya Kazimirovicha Tushinskogo «Glyatsiologiya v nachale dvadtsat' pervogo veka» (g. Moskva, 15-16 oktyabrya 2009 g.) [The proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 100th birthday of Georgy*

26-27 февраля 2015 г.). Архангельск: ИД САФУ, 2015. С. 126-131.

Казаков Н.А., Генсировский Ю.В., Казакова Е.Н. Большие лавины небольших склонов // Геориск. 2008. № 2. С. 56-58.

Казаков Н.А., Окопный В.И., Жирюев С.П., Генсировский Ю.В., Аникин В.А. Лавинный режим Восточно-Сахалинских гор // Материалы гляциологических исследований. 1999. Вып. 87. С. 211-215.

Казакова Е.Н. Зависимость динамических характеристик лавин на Сахалине от их генетических типов // Геориск. 2009. № 4. С. 10-13.

Казакова Е.Н. Лавинная опасность населённых пунктов Сахалинской области // Геориск. 2010. № 4. С. 58-60.

Казакова Е.Н. Снежные карнизы на морских террасах Южного Сахалина // Криосфера Земли. 2013. Т. 17. № 3. С. 94-99.

Казакова Е.Н. Природные и антропогенные лавинные комплексы морских берегов (на примере о. Сахалин): Автореф. дисс.

Kazimirovich Tushinsky, professor of the Faculty of Geography of Moscow State University, "Glaciology at the beginning of the twenty first century" (Moscow, October 15-16, 2009)]. Moscow, University Book Publishing House, 2009b, pp. 110-115. (In Russian).

Kazakov N.A. Litologo-stratigraficheskie komplekсы snezhnogo pokrova: evolyutsiya snezhnogo pokrova v Arktike i prognoz izmeneniya fiziko-mekhanicheskikh kharakteristik snezhnoi tolshchi [Lithological and stratigraphic complexes of the snow cover: the evolution of snow cover in the Arctic and the forecast of changes in the physical and mechanical characteristics of the snow stratum]. *Materialy Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Kompleksnyye nauchnyye issledovaniya i sotrudnichestvo v Arktike: vzaimodeistvie vuzov s akademicheskimi i otraslevymi nauchnymi organizatsiyami» (g. Arkhangel'sk, 26-27 fevralya 2015 g.) [The proceedings of the All-Russian Conference with International Participation "Integrated Scientific Research and Cooperation in the Arctic: Interaction of Universities with Academic and Industrial Scientific Organizations" (Arkhangel'sk, February 26-27, 2015)]. Arkhangel'sk, Publishing House of NArFU, 2015, pp. 126-131. (In Russian).*

Kazakov N.A., Gensiorovskii Yu.V., Kazakova E.N. Bol'shie laviny nebol'shikh sklonov [Large avalanches of small slopes]. *Georisk [Georisk]*, 2008, no. 2, pp. 56-58. (In Russian).

Kazakov N.A., Gensiorovskiy J.V., Zhiruev S. P., Drevilo M.S. Stratigrafic complexes of a snow cover. *Annals of Glaciology*, 2012, vol. 58, iss. 61, pp. 39-44. DOI: [10.3189/2012AoG61A025](https://doi.org/10.3189/2012AoG61A025)

... канд. геогр. наук. Хабаровск, 2014. 24 с.

Казакова Е.Н. Классификация береговых лавинных комплексов острова Сахалин // География и природные ресурсы. 2016. № 3. С. 152-159.

DOI: [10.21782/GiPR0206-1619-2016-3\(152-159\)](https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2016-3(152-159))

Казакова Е.Н., Лобкина В.А. Лавинные катастрофы в Сахалинской области // Материалы гляциологических исследований. 2007. № 103. С.185-190.

Карта лавиноопасных районов Советского Союза. М.: МГУ, 1971.

Карта литологических комплексов и проявлений экзогенных процессов о. Сахалин: масштаб 1:500 000 / Под ред. И.И. Тютрина, К.Ф. Сергеева. М.: ГУГК, 1984

Каталог лавин о. Сахалин и Курильских островов за период 1935-1989 гг. Южно-Сахалинск: Сахалинское УГМС, 1990.

Козик С.М. Расчёт движения снежных лавин. Л.: Гидрометиздат, 1962. 74 с.

Kazakov N.A., Okopnyi V.I., Zhiruev S.P., Gensiorovskii Yu.V., Anikin V.A. Lavinniy rezhim Vostochno-Sakhalinskikh gor [Avalanche regime of the East Sakhalin Mountains]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy [Data of glaciological studies]*, 1999, publ. 87, pp. 211-215. (In Russian; abstract in English).

Kazakova E.N. Zavisimost' dinamicheskikh kharakteristik lavin na Sakhaline ot ikh geneticheskikh tipov [The dependence of the dynamic characteristics of avalanches on Sakhalin on their genetic types]. *Georisk [Georisk]*, 2009, no. 4, pp. 10-13. (In Russian; abstract in English).

Kazakova E.N. Lavinnaya opasnost' naseleennykh punktov Sakhalinskoi oblasti [Avalanche hazard for the Sakhalin region settlements]. *Georisk [Georisk]*, 2010, no. 4, pp. 58-60. (In Russian; abstract in English).

Kazakova E.N. Snezhnye karnizy na morskikh terrasakh Yuzhnogo Sakhalina [Snow cornices on the marine terraces of South Sakhalin]. *Kriosfera Zemli [Kriosfera Zemli]*, 2013, vol. 17, no. 3, pp. 94-99. (In Russian; abstract in English).

Kazakova E.N. Prirodnye i antropogennye lavinnye komplekсы morskikh beregov (na primere o. Sakhalin). *Avtoref. diss. kand. geogr. nauk [Natural and anthropogenic avalanche complexes of sea coasts (on the example of Sakhalin Island). Ph. D. (Geography) Thesis]*. Khabarovsk, 2014. 24 p. (In Russian).

Kazakova E.N. Klassifikatsiya beregovykh lavinnykh kompleksov ostrova Sakhalin [Classification of coastal avalanche complexes of Sakhalin Island]. *Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]*, 2016,

- Коломыц Э.Г. Структура снега и ландшафтная индикация. М.: Наука, 1976. 206 с.
- Коломыц Э.Г. Теория эволюции в структурном снеговедении. М.: ГЕОС, 2013. 482 с.
- Лавиноопасные районы Советского Союза / Под ред. Г.К. Тушинского. М.: Изд-во МГУ, 1970. 200 с.
- Литенко Н.Л. Типы фаций, гидроморфная структура и функционирование ландшафтов Сахалина // Вопросы географии и геоморфологии Советского Дальнего Востока: сб. науч. тр. / Отв. ред. Ю.Б. Зонов. Владивосток: Изд. Дальневост. ун-та, 1992. С. 17-26.
- Материалы наблюдений за осадками и снежным покровом в горах 1959-1993 гг. Южно-Сахалинск: Сахалинское УГКС, 1994.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР: 4 серии. Серия 3. Многолетние данные: в 35 выпусках. Выпуск 34. Сахалинская область / Под ред. Г.П. Ивановой. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 351 с.
- no. 3, pp. 152-159. (In Russian; abstract in English). DOI: [10.21782/GiPR0206-1619-2016-3\(152-159\)](https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2016-3(152-159))
- Kazakova E.N., Lobkina V.A. Lavinnye katastrofy v Sakhalinskoj oblasti [Avalanche disasters in the Sakhalin region]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovanii [Data of glaciological studies]*, 2007, no. 103, pp.185-190. (In Russian; abstract in English).
- Kolomyts E.G. *Struktura snega i landshaftnaya indikatsiya [Snow structure and landscape indication]*. Moscow, Publ. Nauka, 1976. 206 p. (In Russian).
- Kolomyts E.G. *Teoriya evolyutsii v strukturnom snegovedenii [The theory of evolution in structural snow studies]*. Moscow, Publ. GEOS, 2013. 482 p. (In Russian).
- Kozik S.M. *Raschet dvizheniya snezhnykh lavin [Calculation of the movement of snow avalanches]*. Leningrad, Publ. Gidrometizdat, 1962. 74 p. (In Russian).
- Lavinoopasnye raiony Sovetskogo Soyuz [Avalanche-hazardous areas of the Soviet Union]*. Tushinskogo G.K. (ed.). Moscow, Publ. of MSU, 1970. 200 p. (In Russian).
- Litenko N.L. Tipy fatsii, gidromorfnyaya struktura i funktsionirovanie landshaftov Sakhalina [Types of facies, hydromorphic structure and functioning of Sakhalin landscapes]. In Zonov Yu.B. (ed.) *Voprosy geografii i geomorfologii Sovetskogo Dal'nego Vostoka: sbornik nauchnykh trudov [Questions of geography and geomorphology of the Soviet Far East: collection of scientific papers]*. Vladivostok, Publishing House of the Far Eastern University, 1992, pp. 17-26. (In Russian).

- Окопный В.И. Особенности лавинообразования на южных Курильских островах // Лёд и снег. 2011. № 1 (113). С. 58-63.
- Рыбальченко С.В. Зависимость толщины лавинных отложений от морфологии и морфометрии лавиносбора (на примере Восточно-Сахалинских гор и Хибин) // Геориск. 2009. №4. С. 18-21.
- Рыбальченко С.В. Лавинные комплексы территорий населённых пунктов Сахалинской области // Геориск. 2010. № 4. С. 42-49.
- Северский И.В., Благовещенский В.П. Оценка лавинной опасности горной территории. Алма-Ата: Наука, 1983. 220 с.
- Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
- Справочник по климату СССР. Особо опасные гидрометеорологические явления. Вып. 34. Южно-Сахалинск: СахУГКС, 1985.
- Трошкина Е.С. Лавинный режим горных территорий СССР. М.: ВИНТИ, 1992. 188 с.
- Materialy nablyudenii za osadkami i snezhnym pokrovom v gorakh 1959-1993 gg. [Materials of observations of precipitation and snow cover in the mountains of 1959-1993].* Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalinskoe UGKS, 1994. (In Russian).
- Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR: 4 serii. Seriya 3. Mnogoletnie dannye: v 35 vypuskakh. Vypusk 34. Sakhalinskaya oblast' [Scientific-applied reference on the climate of the USSR: 4 series. Series 3. Multi-year data: in 35 issues. Issue 34. Sakhalin Region].* Ivanova G.P. (ed.). Leningrad, Publ. Gidrometizdat, 1990. 351 p. (In Russian).
- Okopnyi V.I. Osobennosti lavinoobrazovaniya na yuzhnykh Kuril'skikh ostrovakh [Features of avalanche formation in the southern Kuril Islands]. *Led i sneg [Ice and snow (Russia)]*, 2011, no. 1 (113), pp. 58-63. (In Russian).
- Podolskiy E.A., Izumi K., Suchkov V. E., Eckert N. Physical and societal statistics for a century of snow-avalanche hazards on Sakhalin and the Kuril Islands (1910–2010) *Journal of Glaciology*, 2014, vol. 60, no. 221, pp. 403-430. DOI: [10.3189/2014JoG13J143](https://doi.org/10.3189/2014JoG13J143)
- Rybal'chenko S.V. Zavisimost' tolshchiny lavinnykh otlozhenii ot morfologii i morfometrii lavinosbora (na primere Vostochno-Sakhalinskikh gor i Khibin) [Dependence of the thickness of avalanche deposits on the morphology and morphometry of avalanche collection (on the example of the East Sakhalin Mountains and the Khibiny)]. *Georisk [Georisk]*, 2009, no. 4, pp. 18-21. (In Russian; abstract in English).
- Rybal'chenko S.V. Lavinye komplekсы territorii naselennykh punktov Sakhalinskoi oblasti [Avalanche complexes of the territories of the Sakhalin region settlements].

- Тушинский Г.К. Эволюция снежной толщи // Вопросы географии. 1951. № 24. С. 350-380.
- Хаген Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985. 424 с.
- Черешкин Д.С., Кононов А.А., Тищенко Д.В. Принципы таксономии угроз безопасности информационных систем // Вестник РФФИ. 1999. № 3(17). С. 68-72.
- Щукин И.С. Общая геоморфология. Т. 1-3. М.: Изд-во Московского университета, 1960-1974.
- Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур / Пер. с нем. А.С. Доброславского; под ред. Ю.Л. Климонтовича. М.: Мир, 1979. 280 с.
- Kazakov N. A, Gensiorovskiy J.V., Zhiruev S. P., Drevilo M.S. The stratigraphic complexes of a snow-pack // Annals of Glaciology. 2012. Vol. 53. Iss. 61. P. 39-44. DOI: [10.3189/2012AoG61A025](https://doi.org/10.3189/2012AoG61A025).
- Podolskiy E.A., Izumi K., Suchkov V.E., Eckert N. Physical and societal statistics for a century Georisk [Georisk], 2010, no. 4, pp. 42-49. (In Russian; abstract in English).
- Severskii I.V., Blagoveshchenskii V.P. *Otsenka lavinnoi opasnosti gornoj territorii [Assessment of avalanche hazard in a mountainous area]*. Alma-Ata, Publ. Nauka, 1983. 220 p. (In Russian).
- Shchukin I.S. *Obshchaya geomorfologiya. T. 1-3*. Moscow, Publishing house of Moscow University, 1960-1974. (In Russian).
- Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemakh [Introduction to the doctrine of geosystems]*. Novosibirsk, Publ. Nauka, 1978. 319 p. (In Russian).
- Sokratov S., Kazakov N. Dry snow metamorphism expressed by crystal shape. *Annals of Glaciology*, 2012, vol. 53, iss. 61, pp. 51-56. DOI: [10.3189/2012AoG61A029](https://doi.org/10.3189/2012AoG61A029)
- Spravochnik po klimatu SSSR. Osobo opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya. Vyp. 34 [Handbook of the climate of the USSR. Particularly dangerous hydrometeorological phenomena. Vol. 34]*. Yuzhno-Sakhalinsk, Publ. SakhUGKS, 1985. (In Russian).
- Troshkina E.S. *Lavinnyi rezhim gornykh territorii SSSR [The avalanche regime of the mountain territories of the USSR]*. Moscow, Publ. VINITI, 1992. 188 p. (In Russian).
- Tushinskii G.K. Evolyutsiya snezhnoi tolshchi [Evolution of the snow stratum]. *Voprosy geografii [Geography Issues]*, 1951, no. 24, pp. 350-380. (In Russian).
- Volodicheva N.A. Kharakteristika lavinnoi opasnosti Kuril'skikh ostrovov [Description of the avalanche hazard of the Kuril Islands]. In Voitkovskiy K.F., Barabasha V.E. (eds.) *Laviny Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov [Avalanches*

of snow-avalanche hazards on Sakhalin and the Kuril Islands (1910–2010) // *Journal of Glaciology*. 2014. Vol. 60. Iss. 221. P. 409-430. DOI: [10.3189/2014JoG13J143](https://doi.org/10.3189/2014JoG13J143).

Sokratov S., Kazakov N. Dry-snow metamorphism expressed by crystal shape // *Annals of Glaciology*. 2012. Vol. 53. Iss. 61. P. 51-56. DOI: [10.3189/2012AoG61A029](https://doi.org/10.3189/2012AoG61A029).

of Sakhalin-on and the Kuril Islands]. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 1971, pp. 26-39. (In Russian).

Zemtsova A.I. *Klimat Sakhalina [Climate of Sakhalin]*. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 1968. 197 p. (In Russian).

Zhiruev S.P., Okopnyi V.I., Kazakov N.A., Gensiorovskii Yu.V. Lavinnaya opasnost' na avtomobil'nykh i zheleznykh dorogakh Sakhalina i Kuril [The avalanche hazard on the motorroads and railroads on the Sakhalin and Kuril Islands]. *Georisk [Georisk]*, 2010, no. 4, pp. 50-57. (In Russian; abstract in English).