

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ
ISSUES OF IMPROVING REGULATORY DOCUMENTATION

УДК 551.322

DOI: 10.34753/HS.2021.3.2.145

**О НОВОМ СВОДЕ ПРАВИЛ
«ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В
ЛАВИНООПАСНЫХ РАЙОНАХ.
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ»**

П.А. Черноус

*Специальное конструкторское бюро средств
автоматизации морских исследований
Дальневосточного отделения Российской
академии наук, г. Южно-Сахалинск, Россия
pchernous48@gmail.com*

**ON A NEW SET OF RULES
“ENGINEERING SURVEYS FOR
CONSTRUCTION IN AVALANCHE-
PRONE AREAS. GENERAL
REQUIREMENTS”**

Pavel A. Chernous

*Special Research Bureau for Automation of Marine
Researches, Far East Branch of Russian Academy of
Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

pchernous48@gmail.com

Аннотация. Первый общегосударственный документ, содержащий правила оценки лавинной опасности: «Указания по расчёту снеголавинных нагрузок при проектировании сооружений. ВСН 02-73» в России появился в 1973 году. Несмотря на многие недостатки, он использовался до последнего времени. В 2018 году были созданы новые правила оценки лавинной опасности «СП 428.1325800.2018. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах. Общие требования». Часть недостатков предыдущего документа в нём устранены. Приведены используемые термины и определения. Впервые в нормативном документе представлен метод выделения лавинных очагов. Корректнее сформулированы условия, при которых требуется оценка лавинной опасности. Исключён бывший в предыдущем документе метод расчёта скоростей и дальностей выброса текучих лавин. Допускается, в случае недостаточности данных для анализа, рассчитывать максимально возможные границы лавиносбора, а не границы заданной обеспеченности. Появились новые разделы, касающиеся применения аэрокосмических, фитоценологических, дендрохронологических методов, а также методов исследования погребенных почв для

Abstract. The first national document containing the rules for avalanche danger assessing: «Guidelines for calculating avalanche loads in the design of structures. VSN 02-73», appeared in Russia in 1973. Despite many shortcomings, it was used until recently. In 2018, new rules for avalanche danger assessing: «SP 428.1325800.2018. Set of rules. Engineering surveys for construction in avalanche-prone areas. General requirements» were worked out. Some of the shortcomings of the previous document were eliminated in it. Used terms and definitions are given. For the first time in a regulatory document, a method for identifying of avalanche starting zones is presented. The conditions under which an avalanche danger assessment is required are formulated more correctly. The method for calculating the speeds and runouts of flowing avalanches, which was in the previous document, has been excluded. The rules allow, in case of insufficient data for analysis, to calculate the maximum possible avalanche path boundaries, but not the boundaries of the specified probability. New sections have appeared on the application of aerospace, phytocenotic, dendrochronological methods, as well as methods for studying buried soils to assess avalanche danger. At the same time, there are contradictions and shortcomings in the new rules. Clearer and mono-semantic terms and definitions are

оценки лавинной опасности. Вместе с тем, в новых правилах имеются противоречия и недостатки. Необходимы более чёткие и однозначные формулировки используемых понятий. Методы оценки скорости пылевых лавин недостаточно обоснованы и дают сильно завышенные значения. Нет достаточных обоснований для определения границы воздействия воздушной волны. Методы оценки снегонакопления в лавинном очаге не учитывают пространственной изменчивости высоты снега и могут привести к большим ошибкам в оценке лавинной опасности. Применение статистического моделирования для оценки вероятностей лавин и их характеристик в предложенном виде не является обоснованным и может привести к недооценке лавинной опасности. Одной из причин несовершенства нового документа является отсутствие в нём требований к точности выполняемых с его помощью оценок. Предлагается к моменту актуализации свода правил более широко и предметно обсудить его содержание и возможные изменения в нём.

Ключевые слова: государственное регулирование; лавинная опасность; характеристики; расчётные методы; оценки; точность; обоснованность.

Введение

«Результаты инженерных изысканий должны быть достоверными и достаточными для установления проектных значений параметров и других проектных характеристик здания или сооружения, а также проектируемых мероприятий по обеспечению его безопасности», говорится в Федеральном законе «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»¹ (далее – Закон). Государственное регулирование допустимых методов оценки различных видов опасности осуществляется с помощью

needed. Method for estimating the speed of powder avalanches is insufficiently substantiated and give greatly overestimated values. There is no sufficient rationale for determining the boundary of the air wave (powder avalanche) impact. The methods for assessing snow accumulation in an avalanche starting zone do not take into account the spatial variability of the snow depth and can lead to large errors in the assessment of avalanche danger. The use of statistical modeling to assess the probabilities of avalanches and their characteristics, in the proposed form, is not correct and can lead to an underestimation of the avalanche hazard. One of the reasons for the imperfection of the new document is the lack of requirements for the accuracy of the estimates performed with its help. It is proposed to discuss the document content and its possible changes more broadly and substantively by the time the set of rules update.

Keywords: government regulations; avalanche danger; characteristics; calculation methods; assessments; accuracy; validity.

специальных нормативных документов. Первым общегосударственным нормативным документом, регулирующим оценку лавинной опасности при проведении инженерных изысканий для строительства, были «Указания по расчёту снеgolавинных нагрузок при проектировании сооружений. ВСН 02-73»² (далее – Указания), появившиеся в 1973 году. Это был первый опыт создания подобного документа. Несмотря на все его достоинства, в нём было много неопределённостей, неточностей и просто грубых ошибок, которые практически не позволяли его использовать для получения

¹Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/. Дата обращения: 25.05.2021.

²ВСН 02-73. Указания по расчёту снеgolавинных нагрузок при проектировании сооружений. М.: Гидрометеиздат, 1973. 22 с.

требуемых результатов. Основные претензии к этому документу касались методов расчёта скоростей и дальностей выброса пылевых и текучих лавин, основанных на работе [Рунич, 1972], а следовательно и их динамических давлений. Также некоторые из используемых понятий были плохо определены, что делало невозможным однозначную оценку характеристик лавинной опасности [Черноус, 2020]. Однако, с различными оговорками, а иногда и без них, он использовался для проведения изысканий и экспертизы до последнего времени, почти полвека. По ряду причин ненаучного характера заменить либо изменить его не удавалось. С 1980 по 1992 год одновременно с Указаниями действовал другой нормативный документ «Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений. СН 517-80»³ (далее – Инструкция). Для оценки скорости и дальности выброса текучей лавины в нём был использован надёжный и более простой метод. Но из Инструкции совсем исчезли такие понятия, как «пылевая лавина» и так называемая «воздушная волна», а также связанные с ними характеристики опасности. Как и в Указаниях, некоторые понятия в Инструкции были плохо определены. Выглядит странно, но расчёты скоростей и дальностей выброса лавины в одних тех же местах, выполненные с использованием Указаний и Инструкции, могли различаться на десятки процентов, а динамические давления в разы. В годы действия обоих документов изыскатель имел право выбрать любой вариант расчёта. Впоследствии Закон разрешил использовать для изысканий нормативные документы из определенных списков. Указания в эти списки не попали, но и отменены не были. Таким образом, формально больше десяти лет старые нормативные документы, касающиеся оценки лавинной опасности при изысканиях, не должны были использоваться. В соответствии с Законом использование всех методов оценки

лавинной опасности в эти годы требовало особых обоснований.

В 2018 году был создан новый документ, регламентирующий работы по оценке лавинной опасности при проведении изысканий: «Свод правил. СП 428.1325800.2018. Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах. Общие требования»⁴ (далее – СП). Новый документ обладает несомненными достоинствами, но имеет и недостатки. Ниже представлен краткий их анализ и даны некоторые рекомендации по его улучшению. Анализ не является исчерпывающим и относится к расчётным методам оценки характеристик потенциально возможных лавин при изысканиях для строительства, не касающихся их взаимодействия с противолавинными сооружениями. Часть рассмотренных вопросов касается научных основ применяемых методов и возможностей их практической реализации. Возможно, некоторые представленные в нём замечания и предложения могут показаться спорными или не совсем корректными. Дать добротную оценку необходимости и возможности совершенствования СП можно будет лишь после их широкого обсуждения учёными и практиками-изыскателями.

Краткий критический анализ СП и возможностей его улучшения

Прежде всего, появление СП положило конец неразберихе, связанной с использованием тех или иных нормативных документов, регулирующих оценку лавинной опасности при инженерных изысканиях. СП позволил упорядочить многие процедуры проведения изысканий и избежать существенных недостатков предыдущих нормативных документов. В СП даны определения и термины, касающиеся используемых в нём понятий. В более ранних нормативных документах этого не было. К достоинствам СП можно отнести отсутствие мелкомасштабной карты лавиноопасных районов

³СН 517-80. Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений. М.: Стройиздат, 1980. 15 с.

⁴СП 428.1325800.2018. Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2019. 40 с.

СССР, которая была в Указаниях и в соответствии с которой должна была выполняться оценка лавинной опасности. В [Селиверстов, 2009] было показано, что большое количество несчастных случаев и аварий, связанных с лавинами, происходит на равнинных территориях, не попадающих в эти районы. В СП сказано следующее: «Оценку лавинной опасности следует проводить во всех случаях, когда проектируемый объект располагается на склонах или у их подножия». Такая формулировка выглядит не очень конкретно. Сразу возникают вопросы о размерах склона, его уклоне и другие. Кроме того, лавины могут возникать на искусственных формах рельефа и даже на собственно объектах строительства, которые появляются при реализации проекта. Было бы правильной исходить из презумпции лавинной опасности на любых территориях, для которых проводятся инженерные изыскания. Доказать отсутствие лавинной опасности и необходимости специальных изысканий на территориях, где её в принципе быть не может, для изыскателей не составит труда. Но для некоторых территорий, где это не вполне очевидно, изыскания необходимо проводить. В СП как нормативном документе впервые описано выделение лавинных очагов на склоне, что важно для последующего определения размеров и динамических характеристик лавин. Также впервые в нормативный документ, регулирующий оценку лавинной опасности при инженерных изысканиях, включён метод определения *максимально возможной* дальности выброса текучих лавин. Конечно, знание границ воздействия лавин определенной обеспеченности наиболее полно информирует заказчика изысканий о лавинной опасности, но, за некоторыми исключениями, является практически недостижимым из-за низкой (а чаще всего совсем не оцениваемой) точности результатов.

Несмотря на все достоинства нового СП в нём имеются противоречия и недостатки. Например, в СП нет определения лавины. Есть определение отдельных типов лавин, но общего

определения лавины нет, хотя термин употребляется. В тексте СП встречаются некоторые характеристики, которые приписываются лавине в самом общем смысле, а на самом деле относятся лишь к некоторым её типам. Из-за отсутствия однозначного определения, не очень понятно входят ли в понятие «лавины» гидронапорные лавины, теперь чаще называемые водоснежными потоками. В СП используется термин «лавиноактивный склон». Но не ясно тождественен ли этот термин понятиям «зона зарождения лавин», «лавиновый очаг» или «лавиносор», которые также используются в СП. Непонятно как определить параметры лавиноактивного склона. Желательно было всем характеристикам лавин и лавиносборов, для которых это возможно, дать графические пояснения. В СП используется термин «воздушная волна»⁵ – отделяющийся во время движения от головной части тела лавины снеговоздушный поток с повышенным давлением, вызывающий разрушения вне зоны отложения основной массы лавинного снега. Этот снеговоздушный поток традиционно называют «воздушной волной». На самом деле перед лавиной, как и перед любым движущимся телом, возникает область повышенного давления *воздуха* – воздушная волна. Путаница возникает и в связи с использованием терминов «пылевая лавина», «снеговоздушный поток» и «воздушная волна». Непонятно, когда они различаются, а когда совпадают. Является ли «воздушная волна» частью лавины? Определяются ли границы лавиносбора с учётом действия «воздушной волны» или нет? Неясно, что понимается под границей воздействия пылевой лавины и «воздушной волны», хотя метод её определения для «воздушной волны» в СП приводится. В [Москалёв, 1977] в качестве границы воздействия используется скорость снеговоздушного потока 5 м/с. Наиболее правильным в качестве границы воздействия «воздушной волны» (снеговоздушного потока, пылевой лавины) было бы использование границы, на которой избыточное давление снеговоздушного потока не превышает некоторой заданной величины,

⁵Здесь и далее термин «воздушная волна», в виде определяемом СП, приводится в кавычках.

которая допускает причинение вреда человеку, техногенным и природным объектам [McClung, Schaerer, 1993]. Несмотря на критику, расчёт скорости пылевой лавины (видимо она же скорость «воздушной волны»), без изменений перекочевал из Указаний в новый СП. Согласно этому расчёту скорость, определяемая лишь крутизной склона, получается сильно завышенной – 107–140 м/с при углах склона 45–30° соответственно. Удивительно, но согласно СП скорость с ростом крутизны склона снижается. В СП не говорится, где эта скорость достигается. Возможно, это максимальная скорость. Известно, [Harbitz, Issler, Keylock, 1998], что при скорости сухой текучей лавины больше 10 м/с, может возникать пылевое облако. Такая скорость может быть достигнута на крутом склоне высотой пару десятков метров. Расчётная же скорость пылевого облака для этого же склона получается на порядок больше. Максимальная за всю историю измерений скорость фронта пылевой лавины составляет 125 м/с [Oechslin, 1938]. Скорость была измерена на основе визуальной фиксации прохождения фронтом лавины отдельных участков крутого лавиносбора высотой более 1 км. [De Quervain, 1972] точность приведённых в [Oechslin, 1938] измерений ставит под сомнение. [Рунич, 1972] ошибку этого измерения оценивает в ± 30 м/с. На некоторых участках, для которых определялась скорость, ускорения превышали ускорение свободного падения, хотя единственной движущей силой лавины является гравитация. Остальное – силы сопротивления.

Одной из причин завышения скорости могло быть измерение фазовой скорости фронта, а не скорости движения снеговоздушной смеси. Такая ситуация может случиться при возникновении лавины из снежной доски на протяжённом склоне, движение которой сопровождается пылевым облаком за счёт быстрого распространения трещин на подложке доски и вовлечения в движение снега, находящегося внизу на склоне, который также начинает пылить. Хотя формально это скорость лавинного фронта и для расчётов лавинных нагузов она не важна. Важна скорость движения

снеговоздушной смеси. Учитывая, что динамическое давление снеговоздушного потока пропорционально квадрату скорости потока, его расчётные значения сильно завышены по сравнению с реальными и могут различаться в разы. На самом деле чисто пылевые лавины явление исключительно редкое. Обычно скоростные сухие лавины сопровождаются пылевым облаком и выглядят как пылевые, хотя на самом деле являются смешанными. Для подтверждения того, что лавина является чисто пылевой, необходимы доказательства отсутствия у неё плотной текучей части. Часто на это не обращают внимания, а иногда, в силу разных причин, получить такие доказательства сложно. В смешанной лавине пылевое облако сопровождает текучую лавину, и его скорость не превышает скорости текучей части лавины. Это происходит до тех пор, пока текучая часть не начала торможение. В этот момент возникает «воздушная волна». Далее скорость «воздушной волны», лишившейся подпитки от текучей части, начинает падать. То есть для оценки максимальной скорости «воздушной волны» можно использовать максимальную скорость лавины в месте отделения снеговоздушного потока. Приведённые замечания относятся к движению пылевых лавин.

Существуют десятки математических моделей, описывающих движение всех типов лавин [Москалёв, 1977; Harbitz, Issler, Keylock, 1998; Eglit, Yakubenko, Zayko, 2020], но их качество оставляет желать лучшего. Иногда из-за нехватки и низкого качества входных данных, параметров моделей и сложностей моделирования, но чаще всего из-за отсутствия необходимой для проверки качества моделей информации об их движении и условиях, в которых оно происходит. Экспериментальные исследования в этой области в России прекратились примерно сорок лет назад.

После этого построение, калибровка и оценка качества моделей движения проводились в основном на зарубежных данных. Напротив, европейские страны объединили свои усилия в исследовании движения лавин и создали для этих целей несколько специально оборудованных мест

для полномасштабных экспериментальных исследований лавин [Issler et al., 1999; Barbolini et al., 2006]. За рубежом для оценки динамических характеристик возможных лавин, помимо многочисленных опубликованных общедоступных моделей, могут использоваться различные коммерческие продукты.

Оценка того насколько существующие методы, в том числе и зарубежные, хороши для применения в отечественных изысканиях является важной научной проблемой и для её решения необходимы специальные исследования. Если государство регулирует изыскательские работы, то организация таких исследований – это его ответственность. Возможно введение государственной сертификации достаточных методов оценки лавинной опасности при изысканиях. Применение других методов в этом случае допускается лишь при обосновании их применения в соответствии с Законом. Хотя при таком обосновании могут возникнуть юридические вопросы. По крайней мере, в сложившейся ситуации гарантировано надёжными методами определения максимальной дальности выброса текучих лавин представляются методы, основанные на параметрах рельефа и минимальном коэффициенте эффективного сопротивления. СП допускает такую возможность.

Помимо собственно методов оценивания динамических характеристик лавин, приведённых в СП, возникают вопросы к качеству используемых данных и предлагаемых методов определения обеспеченности лавин с заданными характеристиками. При интерпретации данных о снегонакоплении в лавинных очагах рассматривается лишь временная изменчивость высоты снежного покрова, но ничего не говорится о пространственной изменчивости. В зависимости от мест измерений, высоты снега в лавинном очаге могут различаться в разы и даже в десятки раз. При оценке лавинной опасности целесообразней было бы вместо максимальной высоты снега (точечное значение) ориентироваться на оценки среднего интегрального по площади или математического

ожидания значений высоты снега в лавинном очаге. При этом надо обязательно характеризовать точность таких оценок. Вызывают сомнения и некоторые зависимости для определения характеристик снегонакопления в лавинных очагах. Например, формула для определения стандартного отклонения максимальной годовой высоты снежного покрова по средней многолетней максимальной годовой высоте даёт существенно заниженные значения. Особенно для районов с интенсивной метелевой деятельностью. Определение повторяемости лавин в лавиносборе по средней многолетней максимальной годовой высоте снега и средней месячной температуре января также выглядит сомнительным. Например, в Хибинах есть лавинные очаги, для которых указанные характеристики очень близки, но повторяемость лавин в них различается на порядок [Черноус, 2020].

Ещё более сомнительно выглядит таблица с вероятностями зим без лавин в зависимости лишь от высоты снега. Более информативными признаками для определения повторяемости, по сравнению со средней месячной температурой января, выглядят крутизна склона и площадь лавинного очага. Например, доля лавин, возникающих на склонах $20-25^\circ$, примерно в пятьдесят раз меньше, чем этот показатель для склонов $35-40^\circ$ [McClung, Schaerer, 1993]. Вообще говоря, проведение инженерных изысканий представляется как исследование и оценка характеристик процесса лавинообразования и лавинопроявления на конкретном склоне. Предлагаемый для определения вероятностных характеристик лавин метод использования статистического моделирования [Благовещенский, 1991] создаёт некоторую иллюзию возможности такой оценки. Ориентированные на обобщённые по наблюдениям в различных лавиносборах статистические зависимости, используемые при моделировании, в результате дают вероятности различных лавинных характеристик для некоторого виртуального лавиносбора. Насколько они близки к искомому, то есть соответствующим лавиносбору, для которого

проводятся изыскания, неизвестно. Например, расчётная обеспеченность лавин различных объёмов определяется лишь на основе средней многолетней величины максимальной годовой высоты снега в лавинном очаге, средней месячной температурой воздуха в январе и площадью лавинного очага. Очевидно, что для крутых лавинных очагов она будет занижена, а для пологих завышена. Вопрос на сколько? Кроме того, в некоторых районах средние многолетние величины максимальной годовой высоты снега в лавинном очаге и средней месячной температуры воздуха в январе могут быть статистически зависимыми. Это также может исказить оценку повторяемости. На практике чаще всего нет возможности оценить надёжность получаемых вероятностей (обеспеченности) из-за отсутствия достаточно длинных рядов наблюдений за лавинами и их характеристиками на территории проведения изысканий. Применение статистического моделирования в предложенном виде оправдано, если бы в его основе была надёжная детерминированная физически обоснованная модель, а не используемые в СП эмпирические зависимости. При использовании эмпирических (статистических) моделей необходимо учитывать ошибки определения параметров используемых распределений. Например, при коротких рядах наблюдений относительные ошибки оценок математического ожидания могут достигать десятков процентов [Черноус, 2021].

Относительно объёмное приложение А «Методы для определения повторяемости снежных лавин, границ их распространения при рекогносцировочном обследовании в летний период» СП по сути дела лишь указывает на возможность применения предлагаемых в нём методов, но технологии их использования не приводятся. Если о границах лавиносбора в прошлом ещё можно сделать какие-то выводы, то оценить повторяемость лавин с его помощью вряд ли возможно. Для более глубокого анализа лавинной активности с помощью предлагаемых методов потребуются научное сопровождение. В СП также имеется ряд других неопределённостей,

неточностей и опечаток, которые затрудняют его практическое использование.

СП в соответствии с Законом должен применяться на обязательной основе при проведении изысканий. По сути дела, это главный государственный нормативный документ, регламентирующий изыскания по оценке лавинной опасности. В нём не должно быть неопределённостей, неточностей, противоречий и ошибок. Законом предусмотрено, что СП подлежат ревизии и в необходимых случаях пересмотру и (или) актуализации не реже чем каждые пять лет. Таким образом, существует возможность улучшить действующий документ, избавив его от указанных выше недостатков, сделав его надёжным и удобным инструментом для проведения изысканий для строительства в лавиноопасных районах.

Заключительные замечания

1. Выход нового СП является существенным шагом вперёд в расширении возможностей оценки лавинной опасности при проведении инженерных изысканий для строительства в лавиноопасных районах.

2. Главная причина несовершенства СП заключается в ограниченности наших знаний о лавинах, несоответствии требований нормативных документов этим знаниям (требования завышены) и возможностям получения информации, необходимой для корректной оценки лавинной опасности.

3. Некоторые используемые в СП термины и определения необходимо привести в соответствие с обозначаемыми ими понятиями. Возможно, придётся расширить перечень используемых терминов и определений. Разделы, касающиеся использования фитоценологических, дендрохронологических методов, а также методов исследования погребённых почв для оценки лавинной опасности необходимо дополнить технологией их применения. Можно также оставить лишь упоминание о существовании таких методов, а выбор конкретных способов их применения доверить авторам изысканий.

4. Описанный в СП метод определения скорости пылевой лавины не имеет смысла, так как неясно, где она достигается. Кроме того, получаемые величины скорости сильно завышены. Ещё сильнее завышаются величины динамического давления снеговоздушного потока. Для оценки скорости снеговоздушного потока следует использовать другие методы.

5. Описанное в СП применение статистического моделирования для оценок обеспеченности характеристик лавинной опасности на основе эмпирических (статистических) моделей требует учёта ошибок определения параметров используемых распределений вероятностей.

6. Получаемые с применением входящих в СП методов значения характеристик лавинной опасности, а также величины, используемые для их получения, нуждаются в оценке точности. Такие же требования должны предъявляться и к другим применяемым для изысканий методам определения характеристик лавинной опасности. Из-за ограниченности периодов наблюдений за лавинами в отдельном лавиноборе, точность вероятностных оценок (обеспеченности) характеристик лавинной опасности вряд ли вообще возможно корректно оценить.

7. Обязательные требования нормативных документов (не только СП), касающиеся оценки

повторяемости величин характеристик лавинной опасности при изысканиях, представляются завышенными и чаще всего не могут быть выполнены. Из обязательных эти оценки необходимо перевести в рекомендательные.

8. Процедуру включения в нормативные документы наиболее надёжных методик оценки характеристик лавинной опасности (а возможно и других опасностей), включаемых в нормативные документы, следует формализовать. Сделать её понятной и прозрачной. В качестве критериев отбора должна быть точность определяемых характеристик, которая должна указываться. Необходимо также описывать границы применимости моделей.

9. Надёжная оценка лавинной опасности, как правило, требует научного сопровождения изысканий.

10. Обсуждение возможных изменений и дополнений СП можно провести на базе какого-нибудь Интернет-ресурса. Не исключаются и другие варианты: от персональных контактов до организации специальных тематических научных мероприятий. Помимо научных вопросов, касающихся собственно лавин, желательно обсудить юридические аспекты действия обновлённого документа.

Литература

Благовещенский В.П. Определение лавинных нагрузок. Алма-Ата.: Изд-во «Гылым», 1991. 115 с.

Москалёв Ю.Д. Динамика снежных лавин и снеголавинные расчёты. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 232 с.

Рунич А.В. Обоснование метода расчёта движения лавин для инженерных целей // Снег и снежные лавины. Труды Высокогорного геофизического института. 1972. Вып. 18. С. 26–60.

Селиверстов Ю.Г. Снежные лавины на равнине // Доклады и выступления VIII научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций»

References

Barbolini M., Issler D., Jóhannesson T., Hákonardóttir K., Lied K., Gauer P., Naaim M., Faug T., Natale L., Cappabianca F., Pagliardi M., Rammer L., Sovilla B., Platzner K., Surinach E., Furdada G., Sabot F., Vilajosana I. *Avalanche Test Sites and Research Equipment in Europe – An Updated Overview*. Davos, 2006. 172 p.

Blagoveshchenskii V.P. *Opredelenie lavinnykh nagruzok [Determination of avalanche loads]*. Alma-Ata, Publ. «Gylym», 1991. 115 p. (In Russian).

Chernous P.A. Snegolavinnye raschety v normativnoi baze inzhenernykh izyskaniy dlya stroitel'stva v lavinoопасnykh raionakh [Snow-avalanche calculations in the regulatory framework of engineering surveys for construction in

(г. Санкт-Петербург, 8–10 октября 2008 г.). СПб: МЧС, 2009. С. 149–156.

Черноус П.А. Снеголавинные расчёты в нормативной базе инженерных изысканий для строительства в лавиноопасных районах // Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Ю.Б. Виноградова «Четвёртые Виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению» (г. Санкт-Петербург, 23–31 октября 2020 г.). СПб: Изд-во ВВМ, 2020. С. 366–371.

Черноус П.А. Мониторинг высоты снежного покрова при изысканиях для оценки лавинной опасности // Материалы Общероссийской научно-практической конференции «Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг при инженерных изысканиях» (г. Москва, 18 марта 2021 г.). М.: ООО «Геомаркетинг», 2021. С. 124–130.

Barbolini M., Issler D., Jóhannesson T., Hákonardóttir K., Lied K., Gauer P., Naaim M., Faug T., Natale L., Cappabianca F., Pagliardi M., Rammer L., Sovilla B., Platzer K., Surinach E., Furdada G., Sabot F., Vilajosana I. Avalanche Test Sites and Research Equipment in Europe – An Updated Overview. Davos, 2006. 172 p.

De Quervain M. Lawinenbildung // Lawinenschutz in der Schweiz, Bd. 9 der Reihe Bündnerwald, Beiheft, 1972. Pp. 15–32.

Eglit M., Yakubenko A., Zayko Y. A Review of Russian Snow Avalanche Models—From Analytical Solutions to Novel 3D Models // Geosciences. 2020. Vol. 10. Iss. 2. 77. DOI: [10.3390/geosciences10020077](https://doi.org/10.3390/geosciences10020077).

Issler D., Lied K., Rammer L., Revol R., Sabot F., Cornet E.S., Bellavista G.F., Sovilla B. European avalanche test sites. Overview and analysis in view of coordinated experiments. Mitteilungen des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung. 1999. Vol. 59. 122 p. Persistent URL: <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:17261>.

Harbitz C.B., Issler D., Keylock C. Conclusions from a recent survey of avalanche computational models // Proceedings of the anniversary conference

avalanche-hazardous areas]. Sbornik докладov mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii pamyati vydayushchegosya russkogo uchenogo Yu.B. Vinogradova «Chetvertye Vinogradovskie chteniya. Gidrologiya ot poznaniya k mirovozzreniyu» (g. Sankt-Peterburg, 23–31 oktyabrya 2020 g.) [Proceedings of international scientific conference in memory of outstanding Russian scientist Yury Vinogradov “IV Vinogradov Conference Hydrology: From Learning To Worldview” (St. Petersburg, October 23–31, 2020)]. St. Petersburg, Publ. VVM, 2020, pp. 366–371. (In Russian; abstract in English).

Chernous P.A. Monitoring vysoty snezhnogo pokrova pri izyskaniyakh dlya otsenki lavinnoi opasnosti [Snow depth monitoring during engineering surveys for avalanche hazard assessment]. *Materialy Obshcherossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Izuchenie opasnykh prirodnykh protsessov i geotekhnicheskii monitoring pri inzhenernykh izyskaniyakh»* (g. Moskva, 18 marta 2021 g.) [Materials of All-Russian scientific and practical Conference «Study of hazardous natural processes and geotechnical monitoring in engineering surveys» (Moscow, March 18, 2021)]. Moscow, Publ. Geomarketing, 2021, pp. 124–130. (In Russian; abstract in English).

De Quervain M. Lawinenbildung [Avalanche formation]. *Lawinenschutz in der Schweiz [Avalanche protection in Switzerland]*, Bd. 9 der Reihe Bündnerwald, Beiheft, 1972, pp. 15–32. (In German).

Eglit M., Yakubenko A., Zayko Y. A Review of Russian Snow Avalanche Models—From Analytical Solutions to Novel 3D Models. *Geosciences*, 2020, vol. 10, iss. 2, 77. DOI: [10.3390/geosciences10020077](https://doi.org/10.3390/geosciences10020077).

Issler D., Lied K., Rammer L., Revol R., Sabot F., Cornet E.S., Bellavista G.F., Sovilla B. European avalanche test sites. Overview and analysis in view of coordinated experiments. *Mitteilungen des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung*, 1999, vol. 59, 122 p. Persistent URL: <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:17261>.

«25 Years of Snow Avalanche Research» (Voss, 12–16 May, 1998). Oslo: Norwegian Geotechnical Institute, 1998. Pp. 128–139.

McClung D., Schaerer P. *The Avalanche Handbook*. Seattle: The Mountaineers Books, 1993. 272 p.

Oechslin M. Lawinengeschwindigkeiten und Lawinenluftdruck // Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 1938. Vol. 89. Iss. 6. Pp. 153–160. DOI: [10.5169/seals-768146](https://doi.org/10.5169/seals-768146).

Harbitz C.B., Issler D., Keylock C. Conclusions from a recent survey of avalanche computational models. *Proceedings of the anniversary conference «25 Years of Snow Avalanche Research» (Voss, 12–16 May, 1998)*. Oslo: Norwegian Geotechnical Institute, 1998, pp. 128–139.

McClung D., Schaerer P. *The Avalanche Handbook*. Seattle: The Mountaineers Books, 1993. 272 p.

Moskalev Yu.D. *Dinamika snezhnykh lavin i snegolavinnye raschety [Dynamics of avalanches and avalanche calculations]*. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 1977. 232 p. (In Russian; abstract in English).

Oechslin M. Lawinengeschwindigkeiten und Lawinenluftdruck [Avalanche speeds and air pressure]. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen [Swiss Forestry Journal]*, 1938, vol. 89, iss. 6, pp. 153–160. DOI: [10.5169/seals-768146](https://doi.org/10.5169/seals-768146).

Runich A.V. Obosnovanie metoda rascheta dvizheniya lavin dlya inzhenernykh tselei [Substantiation of the method for calculating the motion of avalanches for engineering purposes]. *Sneg i snezhnye laviny. Trudy Vysokogornogo geofizicheskogo instituta [Snow and snow avalanches. Proceedings of the High Mountain Geophysical Institute]*, 1972, iss. 18, pp. 26–60. (In Russian).

Seliverstov Yu.G. Snezhnye laviny na ravnine [Snow avalanches on the plain]. *Doklady i vystupleniya VIII nauchno-prakticheskoi konferentsii «Problemy prognozirovaniya chrezvychainykh situatsii». (g. Sankt-Peterburg, 8–10 oktyabrya 2008 g.) [Reports and speeches of the VIII scientific-practical conference "Problems of forecasting emergency situations" (St. Petersburg, October 8–10, 2008)]*. St. Petersburg, Publ. MChS, 2009, pp. 149–156. (In Russian).