Научная статья / Scientific paper
УДК: 551.578.483
DOI: 10.34753/HS.2025.7.3.232

Оценивание лавинной опасности при инженерных изысканиях. Нормативы и реальность

П. А. Черноус
Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия
e-mail: pchernous48@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются эмпирические и физически обоснованные модели возникновения и движения снежных лавин, а также их различные практические реализации. Показано, что общим недостатком нормативных методик оценивания характеристик лавинной опасности является отсутствие указаний об оценке точности получаемых результатов. Основной проблемой, препятствующей получению надежных характеристик лавинной опасности, является редкость самих событий схода лавин, короткие ряды наблюдений за ними и отсутствие надежных физически обоснованных интегрированных моделей возникновения и движения лавин. В связи с этим представляется, что нормативные требования, касающиеся получения значений этих характеристик заданной обеспеченности являются недостаточно обоснованными. Завышенными также являются требования учета влияния некоторых факторов (например, климатических) на характеристики лавинной активности в районе изысканий. Указаны основные недостатки действующих нормативных документов, которые необходимо исправить. Даны предложения для приведения нормативных документов в соответствие с современным уровнем знаний о снежных лавинах.

Ключевые слова: лавинная активность; опасные характеристики; методы оценивания; надежность; нормативы.

Для цитирования: Черноус П.А. Оценивание лавинной опасности при инженерных изысканиях. Нормативы и реальность // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2025. Т. 7. Вып. 3. С. 232–241. DOI: 10.34753/HS.2025.7.3.232.

Assessment of Avalanche Hazard in Engineering Surveys. Standards and Reality

Pavel A. Chernous
Special Research Bureau for Automation of Marine Researches FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
e-mail: pchernous48@gmail.com

Abstract. The article reviews empirical and physically based models of snow avalanche occurrence and movement, as well as their various practical implementations. It is shown that the general shortcoming of regulatory methods for assessing avalanche hazard characteristics is the lack of guidelines for assessing the accuracy of the results obtained. The main problem to obtaining reliable avalanche hazard characteristics is the rarity of avalanche events, the limited length of observational records, and the lack of robust, physically based comprehensive models of avalanche release and motion. In this regard, it seems that regulatory requirements for obtaining the values of these characteristics of a given probability are insufficiently substantiated. The requirements for taking into account the influence of certain factors (e.g., climatic) on the characteristics of avalanche activity in the survey area are also overly demanding. The main shortcomings of current regulatory documents that need to be corrected are identified. Proposals are provided for updating regulatory documents in line with the current level of knowledge about snow avalanches.

Keywords: avalanche activity; hazard characteristics; methods of assessment; reliability; standards.

For citation: Chernous P.A. Assessment of Avalanche Hazard in Engineering Surveys. Standards and Reality. Hydrosphere. Hazard processes and phenomena, 2025, vol. 7, iss. 3, pp. 232–241. DOI: 10.34753/HS. 2025.7.3.232. (In Russian; abstract in English).

Введение

Возможное негативное влияние снежных лавин на объекты строительства пытались учитывать достаточно давно. Но научно обоснованные методы, учитывающие это влияние, стали появляться лишь в XX веке по мере появления научных знаний о лавинах и формирования нового научного направления – лавиноведения. Одновременно формировались и нормативные требования к проведению изысканий и их результатам. В СССР во второй половине XX века появились два общегосударственных документа содержащих такие требования: ВСН 02-73 «Указания по расчёту снеголавинных нагрузок при проектировании сооружений»[1] (далее ВСН) и СН 517-80 «Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений»[2] (далее СН), которые некоторое время действовали совместно. Имелись и ведомственные документы, которые использовались при проектировании сооружений в лавиноопасных зонах. В 2018 г. был утвержден новый нормативный документ «Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах. Общие требования. Свод правил» – СП 428.1325800.2018[3] (далее – СП), позволяющий использовать изложенные в нем методики для оценки лавинной опасности. Другие методики также допустимы, но лишь после обоснования их применимости в условиях сходных с условиями проведения изысканий. К сожалению, возможности выбора методик, дающих наилучшие результаты, путем сравнения результатов расчетов по ним, с результатами натурных наблюдений за лавинами очень ограничены. В России есть возможности для таких сравнений лишь для дальности выброса лавин. Сравнение семи различных методик определения дальности выброса в Хибинах [1] показало большие различия в их точности. При максимальной фактической дальности выброса (по проложению) лавины 1040 м, расчетные ее значения по различным методикам оказались в диапазоне от 960 м до 1,5 км. Это привело автора исследования к логичному выводу о невозможности создания универсальной методики определения характеристик лавин. Авторы СП попытались учесть новые знания о лавинах, полученные после выпуска ВСН и СН, и изменения в законодательстве[4], произошедшие за этот период. Основные методы расчетов, представленные в СП, взяты из работ [2–5] и предыдущих нормативных документов. Их обоснованность в некоторых случаях оставляет желать лучшего. Как показывает практика, выполнение нормативных требований далеко не всегда позволяет избежать ущерба от лавин.

Сейчас при проведении инженерных изысканий требуется оценить возможные геометрические (границы распространения, дальности выброса, высоты фронта) и динамические (скорости, динамические давления) характеристики лавин, а также их вероятности. Целью настоящей работы является анализ научно обоснованной применимости действующих нормативных расчетных методов оценки лавинной опасности при инженерных изысканиях, а также рассмотрение возможностей их актуализации.

Основные недостатки СП

Неопределенность некоторых понятий, используемых в снеголавинных расчетах. Например, в СП фигурирует максимальная годовая высота снежного покрова в лавинном очаге, м – h_i, но как она должна определяться и с какой точностью ничего не сказано. Очевидно, что в различных местах лавинного очага максимальная годовая величина высоты снежного покрова может различаться на порядки.

[1] Указания по расчёту снеголавинных нагрузок при проектировании сооружений. ВСН 02-73. Москва: Гидрометеоиздат, 1973. 22 с.
[2] Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений. СН 517-80. Москва: Стройиздат, 1980. 15 с.
[3] Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах. Общие требования. Свод правил. СП 428.1325800.2018. Москва.: Изд-во Минстроя России, 2018. 58 с.
[4] Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

Например, в лавинных очагах, контролируемых центром лавинной безопасности АО «Апатит» площадью от нескольких гектаров до десятков гектаров, обычно устанавливалось от одной до десяти – двенадцати трехметровых снегомерных реек. Обычно рейки устанавливались по обеим сторонам от тальвега лавинного очага на значительном расстоянии от него. Связано это с тем, что высота снега вдоль тальвега всегда существенно больше, чем по краям воронки или вреза и рейки, установленные там, заносятся снегом в первые месяцы зимы. Даже при такой установке, во многих лавинных очагах в течение зимы высота снега превышает 3 м. Какая при этом максимальная годовая величина снежного покрова в лавинном очаге сказать невозможно. Цена деления снегомерной рейки 0,5 м, а отсчеты по ней делаются с помощью бинокля с расстояний от нескольких сотен метров до двух километров и даже несколько более. Случайная ошибка таких измерений составляет 0,2–0,3 м. В горах Средней Азии устанавливались рейки с ценой деления 0,1 м, и случайная ошибка измерений по ним была не меньше 5 см. Про то, какова должна быть сеть точечных измерений для определения h_i с заданной точностью, в СП не говорится. В любом случае она будет меньше. Не сказано о том, сколько лет надо вести наблюдения за высотой снежного покрова в лавинном очаге для получения средней многолетней величины максимальной за год высоты снежного покрова h_m. Не говориться и о том, как влияет продолжительность периодов, для которых вычисляются h' и h'' – средние из максимальных годовых значений высоты снежного покрова соответственно в зоне зарождения и на опорном пункте наблюдения, на основании которых и $h_{оп}$ – максимальной высоты снежного покрова заданной вероятности превышения на опорном пункте наблюдения, рассчитывается h_n – максимальная высота снежного покрова заданной обеспеченности n в зоне зарождения лавин (1).

$$h_n = h_{\text{оп}} \frac{h'}{h''}, \qquad (1)$$

По крайней мере, метод определения h_i и h_m должен быть таким же, как они получалась при разработке представленной в СП методики оценки характеристик лавинной активности. Как это должно делаться в СП ничего не говориться. Поскольку h_i и h_m являются первичными данными, на которых строятся оценки лавинной активности, важно знать их точность и их влияние на качество этих оценок. Эти же замечания относятся к определению h_m по сумме твердых осадков на уровне верхней границы лавинного очага, мм – W с помощью формулы (2).

$$h_m = \frac{W^{0,8}}{100}, \qquad (2)$$

Определяемая по климатическому справочнику путем интерполяции величина W также нуждается в оценке точности. Приведенная в СП зависимость (3) σ_h – среднего квадратического отклонения значений максимальной за год высоты снежного покрова от h_m, ошибочна. Возможно, это опечатка.

$$\sigma_h = \frac{h_m^{0,75}}{100}, \qquad (3)$$

Большинство эмпирических зависимостей в СП представлены, как универсальные, хотя на самом деле таковыми не являются. Если представить лавинопроявление, как случайное явление, то для каждого лавиносбора существуют свои распределения вероятностей, характеристик лавин, которые необходимо определять при инженерных изысканиях. Оценить их по имеющимся наблюдениям невозможно в силу редкости событий и коротких рядов наблюдений. Представление о необходимой длине ряда для получения надежных оценок повторяемости лавин с заданными характеристиками и возможностях их пространственных оценок можно получить, используя выражение (4) [6]:

$$E = 1 - [1 - (1/T)]^L, \qquad (4)$$

где: E – вероятность того, что лавина с заданной характеристикой (например, дальностью выброса достигающей определенной точки на местности) произойдет хотя бы один раз за период наблюдений (годы) L, T – период повторяемости лавин (годы) с заданной характеристикой в данном месте. Т.е. для того, чтобы быть уверенным на 90 % что зарегистрирована лавина с 1 % обеспеченностью ее характеристик

(повторяемостью 1 раз в 100 лет) необходимы тщательные непрерывные наблюдения за этими характеристиками в течение примерно 230 лет. Столетние наблюдения дают уверенность в этом лишь на 65 %. Но даже таких наблюдений нет.

В методике, используемой в СП для расчета объемов лавин различной повторяемости, такая оценка сделана путем объединения данных по различным лавиносборам в одну выборку. Она представляет лавинопроявление в некотором виртуальном лавиносборе, но совершенно не относится к лавиносбору для которого проводятся изыскания. Получаемые с помощью этой оценки обеспеченности различных объемов лавин в конкретном лавиносборе могут оказаться как завышенными, так и заниженными. Причем не известно на сколько. Кроме того, случайность самих событий лавинопроявления является допущением, которое трудно обосновать. В лавиноведении существуют такие понятия, как «регулярные лавины», которые образуются относительно часто и образование которых возможно описать, как случайное явление. По крайней мере для этого достаточно данных. Но есть и особенные, очень редкие и опасные «спорадические лавины» [7], которые под это описание не подходят. Возможно, термины для таких определений выбраны не самые удачные, но смысл, заложенный в них, именно такой.

Очевидно, что случайные ошибки h_m и σ_h при использовании статистического моделирования могут существенно влиять на результаты генерирования зим без лавин (с лавинами) и соответственно на распределения вероятностей (обеспеченностей) максимальных годовых объемов лавин. При моделировании эти ошибки не учтены. Роль рельефа в образовании лавин в таком подходе совсем не учитывается. При одинаковой h_m частота схода лавин в лавинных очагах различной крутизны может отличаться на 1–2 порядка. Большие различия можно ожидать в распределениях вероятностей возникновения лавин с максимальными годовыми объемами для лавинных очагов различной крутизны.

Для определения дальности выброса лавин существуют довольно много моделей и их программных реализаций [2, 3, 6, 8–12] Графоаналитический способ определения максимальной дальности выброса лавин, представленный в СП, является одним из вариантов простых и неплохо себя зарекомендовавших топографических моделей [3, 6, 8, 12], в котором дополнительно учитывается снегонакопление в лавинном очаге [2]. Но для определения скоростей и других характеристик лавин он не подходит. Трудно представить себе лавину в виде материальной точки, отрывающейся от верхней границы лавинного очага. Более правильно рассматривать движение центра массы оторвавшегося блока. Центр массы оторвавшегося блока всегда находится ниже границы лавинного очага, а останавливается он всегда выше нижней границы лавиносбора. Если представить движение *центра* массы с таким же коэффициентом эффективного сопротивления, который определен по данным о положении верхней и нижней точек лавины, то линия соединяющая центр массы в верхней и нижней частях лавины пройдет параллельно линии соединяющей верхнюю (O) и нижнюю (A) точки лавины, но несколько ниже (рисунок 1). Если согласно СП, скорость лавины v в произвольной точке B ее пути определяется с помощью выражения:

$$v = \sqrt{2g\Delta_{BC}}, \quad (5)$$

а скорость движения центра массы выражением

$$v = \sqrt{2g\Delta_{BZ}}, \quad (6)$$

где: g – ускорение свободного падения, Δ_{BC} и Δ_{BZ} – превышения так называемых энергетических линий над поверхностью земли в точке B (рисунок 1)

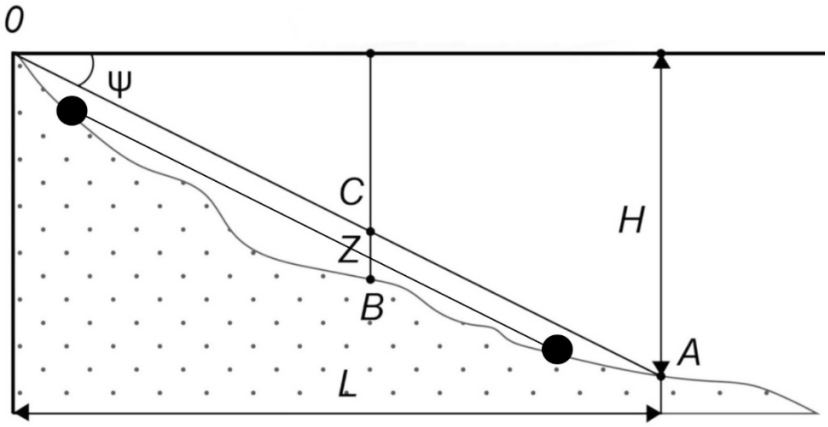

Рисунок 1. Схема для определения дальности выброса лавины и ее скорости графоаналитическим способом при различных положениях центра массы оторвавшейся снежной доски. Коэффициент общего сопротивления движению лавины, как он определен в СП – $r = tg\psi = H/L$

Figure 1. Diagram for determining the avalanche runout distance and velocity using a graphical-analytical method for various positions of the center of mass of a released snow slab. The overall avalanche resistance coefficient, as defined in the state code of regulations[3]

Соответственно, уменьшатся и расчетные скорости лавины. Насколько, ответить сложно, но можно констатировать, что предлагаемый в СП метод завышает скорость лавины и ее ударное давление.

Отдельно нужно сказать о построении профиля движения лавины. Он выбирается по карте изыскателем субъективно и обычно представляет собой в плане ломаную линию, состоящую из нескольких сегментов. Количество сегментов профиля не регламентировано. Это может быть источником разброса дальностей выброса лавин, определенных различными изыскателями. На точность определения дальности выброса и других характеристик лавинной активности, влияют также ошибки других входных данных, используемых в расчетах. Но в СП нет рекомендаций по оценке их влияния.

Некоторые характеристики лавиносборов плохо определены, что затрудняет их использование. Например, ничего не говорится о нижней границе «зоны транзита» и методах ее определения. В таблице для определения коэффициентов общего сопротивления движению текучей лавины r в качестве входного параметра используется «средняя крутизна зоны зарождения и транзита лавины». На самом деле ни о каком осреднении речь не идет. Этот параметр представляет собой крутизну прямой линии, соединяющей точку отрыва лавины и точку профиля склона, где крутизна склона становится меньше 20º. Методика выбора последней в СП отсутствует.

Ошибки определения параметров профиля рельефа, по которому двигалась лавина, с помощью топографических карт М 1:5000 и М 1:25000 представлены ниже. Считается что случайная ошибка положения точки на бумажной карте, находящейся в идеальном состоянии, равна 0,2 мм. Тогда случайные ошибки измерений горизонтальных расстояний (проложений) равны соответственно 1,4 м и 7 м, а для вертикальных расстояний 3,5–7 м. Для большинства лавин относительные ошибки определения $tg\psi = r$, по измерениям на карте, заключаются в диапазоне 1–8 %. Ошибки не очень большие. Гораздо более значительные ошибки связаны с нанесением лавин на карты. Как правило это делается глазомерно. В редких случаях, с помощью геодезической или барометрической съемок. Сейчас, в некоторых случаях необходимые морфометрические характеристики лавин можно определять с помощью спутниковых систем геопозиционирования, но в годы создания представленной в СП методики таких данных еще не было.

Ошибки определения $tg\psi = r$ также связаны с выбором пути лавины при построении профилей ее движения. На нанесенной на карту лавине можно выбрать множество профилей. Особенно

сложно это сделать в случаях, когда профили из верхней части лавиносбора сходятся в один в узкой части канализированного лавиносбора, а затем расходятся на конусе выноса в точке локальной омибиличности. Как это надо делать, в СП не говорится. Для оценки этого эффекта, сотрудниками лаборатории экзогенных геодинамических процессов и снежного покрова Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований ДВО РАН было выполнено независимое определение $tg\psi = r$ для 7 профилей одного из лавиносборов Сахалина. Получены следующие результаты: среднее значение r_{cp} = 0,40, стандартное отклонение σ_r= 0,04.

Оценки различий проложений одинаковых профилей на картах М 1:5000 и М 1;25000 с одинаковым количеством сегментов («эффект береговой линии») не превысили 1 %.

Учитывая вышеизложенное, точность представленных в СП значений $tg\psi = r$ существенно завышена. Третья значащая цифра после запятой не обоснована. Кстати, в предыдущих нормативных документах[1,2] в значениях $tg\psi = r$ она отсутствовала.

Плохо обоснованным выглядит положение о том, что если данные для определения дальности выброса лавин отсутствуют, то для расчета максимальной дальности выброса лавины следует использовать значение коэффициента общего сопротивления $tg\psi$ = 0,27. В таблице, представленной в СП, встречаются значения меньше, а минимальное его значение равно 0,221.

Расчеты параметров характеристик пылевой лавины (непонятно, относится ли это к движению пылевого облака смешанной лавины, после остановки ее текучей части) выглядят довольно странно. Не определено, что является границей воздействия, хотя расчет ее положения приведен. Достоверность такой оценки вызывает вопросы. Это же можно сказать и о расчете скорости пылевой лавины, которая определяется лишь с помощью «среднего угла наклона лавиноопасного склона». Само понятие «лавиноопасный склон» не определено. Причем, согласно приведенной формуле, скорость пылевой лавины с увеличением крутизны склона уменьшается.

Требование учета изменения лавинной активности, связанные с изменением природных условий в период строительства и эксплуатации объекта, представляется выполнимым лишь частично. Например, когда предусмотрены техногенные изменения рельефа, характеристик подстилающей поверхности и растительности. Но оснований для надежного учета климатических изменений нет.

В последние годы при оценке лавинной опасности в инженерных изысканиях используется программный продукт RAMMS [9]. Его основу составляет двумерная модель движения текучей лавины в трехмерном рельефе. RAMMS удобен для пользователя и позволяет выполнить расчеты всех требуемых в СП характеристик. СП допускает использование других методов оценки лавинной опасности, не вошедших в СП, но лишь в местах с аналогичными природными условиями с местами, где их верификация была выполнена. Способы верификации методов и оценки сходства природных условий при этом не приводятся. С точки зрения верификации все используемые в России методики находятся примерно в одинаковом положении. Они прошли лишь авторскую проверку в очень ограниченном числе мест. Причем проверка проводилась лишь в отношении дальности выброса лавин. Случаев инструментального определения скоростей лавин в России всего несколько. Есть результаты измерений ударного давления лавин в одном из Хибинских лавиносборов в течение почти двух десятилетий, но параллельные измерения скоростей лавин там не проводились. О так называемой «воздушной волне» также очень мало данных натурных измерений. Измерения ее ударного давления и скоростей снеговоздушного потока проводились в Приэльбрусье в течение нескольких зим, но данных мало для построения надежной методики определения характеристик «воздушной волны». Достоверно даже не известны все механизмы ее образования. В России очень мало случаев инструментальных измерений Мест для инструментальной проверки надежности расчетных оценок скоростей, ударных давлений, размеров и некоторых других характеристик лавин в России нет.

Предложения по актуализации СП

Так как сроки актуализации СП не позволяют проводить длительные работы по созданию новых расчетных методов и их проверки в различных природных условиях, видимо придется использовать традиционные топографические модели. Для этого необходимо собрать случаи с хорошо задокументированными экстремальными лавинами в разных горных районах России. В Норвегии удалось восстановить дальности выброса лавин нескольких сотен экстремальных лавин за периоды от 100 до 300 лет по архивным отчетам местных органов власти, полиции, по церковным записям и др. [8]. В других европейских странах и в Канаде такие данные также были собраны [12–17]. Созданные с их помощью топографические модели определения экстремальной дальности выброса показали надежность сравнимую с современными двумерными гидравлическими моделями (таблица 1) [12].

Таблица 1. Результаты сравнения качества моделирования экстремальных лавин в 15 лавиносборах Норвегии [17]. *Храс* и *Хрег* – расчетные и зарегистрированные дальности выброса лавин

Table 1. Results of comparison of the extreme avalanche runout modelling quality for 15 Norwegian avalanche sites. *Храс* and *Хрег* – are calculated and recorded avalanche runout distances

Модель	Средние отклонения дальностей выброса (*Храс – Хрег)*/15, м	Средние абсолютные отклонения дальностей выброса (| *Храс – Хрег* |)/15, м	Коэффициенты корреляции	Стандартные отклонения,м
RAMMS	-63	78,6	0,961	122,6
Elba+	-125	131	0,958	165,8
Alpha-beta	17	133	0,944	153,8
Energy-Line	-47	92	0,947	128,9

Возможно, документальных данных о лавинах с такой редкой повторяемостью дальностью выброса окажется мало, тогда придется дополнять их данными надежно определенными другими методами, например фитоиндикационными.

Опыт определения параметров высотных профилей при создании топографической альфа-бета модели [7] может быть использован при актуализации СП. В ней профили аппроксимируются кривыми второго порядка в соответствии с оговоренными правилами. В этой модели в разных ее вариантах найдена корреляционная связь между коэффициентом общего сопротивления r и параметрами профиля. При этом ошибка r характеризуется ошибкой уравнения регрессии σ_r, связывающего r с параметрами профиля. Ошибки r приведены также в известной работе В. П. Благовещенского [2], но в действующий СП они не вошли.

Расчеты всех характеристик лавинной активности должны сопровождаться оценками точности их определения и надежности. В случае невозможности их получения, необходимо ориентироваться на самые неблагоприятные зарегистрированные варианты оцениваемых характеристик. Например, если речь идет о коэффициенте общего сопротивления или его аналогах, можно пользоваться его минимальным зарегистрированным значением.

При использовании статистического моделирования для оценки обеспеченности объемов лавин можно рекомендовать для разработки методики определения вероятности зим без лавин помимо высоты снега использовать данные о крутизне лавинного очага, а вместо неопределенной максимальной за зиму высоты снега использовать максимальную за зиму среднюю по площади высоту снега в лавинном очаге. Последняя является более устойчивой характеристикой. А при определении ее обеспеченности по данным опорной станции, желательно использовать также максимальные осредненные по площади (или профилю) данные снегосъемок.

Поскольку данные для проверки надежности обеспеченности большинства характеристик лавин в конкретном лавиносборе отсутствуют, возможно следует отказаться от их определения и ориентироваться на экстремальные значения.

Лучшим решением было бы включение в СП более сложных отечественных моделей возникновения и движения лавин и их программных реализаций (аналогичных AVAL-1D [10], RAMMS [9], SAMOS-AT [11] и др.), а также рекомендаций по выбору их параметров, подходящих для объектов изысканий. Особых сложностей для создания таких продуктов нет, и они могут быть созданы в рамках импортозамещения. Основная трудность заключатся в их калибровке и проверке достоверности. В России нет ни одного оборудованного полигона для инструментального определения таких характеристик движущихся лавин, как высота фронта, скорость, давление и другие. Сравнимое с указанными моделями качество определения дальностей выброса показывают более простые в применении топографические модели, но для определения других характеристик лавин они не применяются.

Если допустить использование моделей, созданных не для мест проведения изысканий, то надо представить в СП методику, подтверждающую соответствие условий изысканий условиям, в которых эти модели калибровались и верифицировались. Это требует новый ГОСТ[5], регулирующий правила составления сводов правил.

Заключение

Анализ действующего нормативного документа, регулирующего правила оценки лавинной опасности при инженерных изысканиях для строительства – СП, показал, что он не соответствует современным знаниям о лавинах и нуждается в актуализации. Причем, выполнение ряда требований, содержащихся в нем и других нормативных документах, не может быть надежно обеспечено на современном уровне знаний о лавинах.

Прежде всего это касается вероятностных оценок характеристик лавинной опасности (обеспеченностей). Физически обоснованные и эмпирико-статистические методы оценки лавинной опасности, основанные на детерминированных моделях, могут быть использованы, но лишь с указанием точности полученных оценок. Вероятностные оценки (обеспеченности) также могут быть использованы, но с соответствующим обоснованием их применения в месте проведения изысканий и возможными оценками надежности полученных результатов.

Отбор методов оценки лавинной опасности, включенных в актуализированный нормативный документ, должен проводится на основании сравнительной проверки их достоверности в различных условиях. Границы применимости этих методов должны быть указаны. Необходимо сформулировать общие требования к технологии и результатам такой проверки.

Важным остается вопрос о том, что делать с объектами, которые были спроектированы и введены в эксплуатацию на основании инженерных изысканий, выполненных по методикам предыдущих и уже не обязательных к применению нормативных документов. Это важно, поскольку существует возможность того, что для некоторой их части риск поражения, оцененный по новым более совершенным нормативным правилам, повысится. Возникает вопрос: нужны ли по этому поводу какие-нибудь добавления или изменения в нормативных документах?

Некоторые из высказанных замечаний и предложений могут показаться спорными, но по крайней мере могут служить предметом для их обсуждения в процессе подготовки актуализированного СП. Такое обсуждение уже ведется на сайте Лавинной ассоциации России (http://avalancheassociation.ru). Все желающие могут к нему присоединиться.

[5] ГОСТ Р 1.19-2023. Стандартизация в Российской Федерации. Своды правил. Правила построения, изложения, оформления и обозначения

Литература / References

1. Турчанинова А.С. Сравнительный анализ методик расчета динамических параметров снежных лавин при проведении инженерных изысканий // Геориск. 2012. №2. С. 32–36. https://www.geomark.ru/journals_list/zhurnal-georisk-22012/?attach=2062.
2. Благовещенский В.П. Определение лавинных нагрузок. Алма-Ата: изд-во «Гылым», 1991. 116 с.
3. Козик С.М. Расчет движения снежных лавин. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. 74 с.
4. Божинский А.Н., Лосев К.С. Основы лавиноведения. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 276 с. Bozhinskiy A.N., Losev K.S. The Fundamentals of Avalanche Science. Publication No. 55 (Swiss federal Institute of Snow and Avalanche Research, Davos Dorf). 1998, 280 p.
5. Miklau F., Sauermoser S., Mears A. (Eds.) The Technical Avalanche Protection Handbook. Wilhelm: Ernst and Sohn, 2014. 433 p.
6. McClung, D.M., Schaerer, P.A. The Avalanche Handbook, third ed. Seattle, The Mountaineers Books, 2006. 117 p.
7. Гляциологический словарь. Ред. В.М. Котляков. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 528 с.
8. Lied, K., Bakkehøi, S., 1980. Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters // J. Glaciol. 1980, 26 (94), pp. 165–177. DOI: https://doi.org/10.3189/S0022143000010704.
9. Christen M., Kowalski J., Bartelt P. RAMMS: numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain // Cold Regions Science and Technology. 2010. 63, 1–2, pp. 1–14. DOI: 10.1016/J.COLDREGIONS.2010.04.005.
10. Christen M., Bartelt P., Gruber U. AVAL-1D: An avalanche dynamics program for the practice International Congress INTERPRAEVENT 2002 in the Pacific Rim – Matsumoto, Japan. Congress publication. 2002. vol. 2, pp. 715–725. https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:17895.
11. Sampl P., Granig M. Avalanche Simulation with SAMOS-AT // International Snow Science Workshop, Davos, Proceedings. 2009, pp. 519–523. https://doi.org/10.3189/172756404781814780.
12. Haland G., Norem H. Orset K. I., Frekhaug M. H. An assessment of run-out models applied to extreme Norwegian snow avalanches. Proceedings, International Snow Science Workshop, Breckenridge, Colorado, 2016, pp. 165–172. https://arc.lib.montana.edu/snow-science/objects/ISSW16_O7.03.pdf.
13. Bakkehøi, S., Domaas, U., Lied, K. Calculation of snow avalanche runout distance // J. Glaciol. 1983, 4, pp. 24–29. DOI:10.1017/S0260305500005188.
14. Delparte, D.M., Jamieson, B., Waters, N. Statistical runout modeling of snow avalanches using GIS in Glacier National Park, Canada // Cold Reg. Sci. Technol. 2008, 54 (3), pp. 182–192. DOI:10.1016/j.coldregions.2008.07.006.
15. Furdada, G., Vilaplana, J., Statistical predication of maximum avalanche run-out distances from topographic data in the western Catalan Pyrenees // Ann. Glaciol. 1998, 26, pp. 185–288. DOI:10.1017/S0260305500007825.
16. Johannesson, T. Icelandic Avalanche Runout Models Compared with Topographical Models Used in Other Countries // Publ. Nor. Geotek. Inst. 1998, 203, pp. 43–52. https://ngi.brage.unit.no/ngi-xmlui/bitstream/handle/11250/3082420/JohannessonT%281998%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
17. Johnston, K.S., Jamieson, B., Jones, A. Estimating extreme avalanche runout for the Columbia Mountains and Fernie Area of British Columbia, Canada // Can. Geotech. J. 2012, 49 (11), pp. 1309–1318.

Поступила в редакцию / Received 20.11.2025

Принята к публикации / Accepted 09.12.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Черноус Павел Александрович, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований Дальневосточного отделения РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия, SPIN-код: 9801-3555, https://orcid.org/0000-0002-6006-5717, e-mail: pchernous48@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Pavel A. Chernous, Ph. D. (Geography), leading researcher, Special Research Bureau for Automation of Marine Researches of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, SPIN-code: 9801-3555, https://orcid.org/0000-0002-6006-5717, e-mail: pchernous48@gmail.com.