

УДК 911.375.4:656(470.620)

## **ОЦЕНКА ЛАВИННОГО РИСКА ДЛЯ АВТОДОРОГИ АДЛЕР – КРАСНАЯ ПОЛЯНА – ПСЛУХ**

**Канонникова Е.О.**

*ГОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15), [poisk@psu.ru](mailto:poisk@psu.ru)*

Горы в окрестностях Красной Поляны интенсивно осваиваются в связи проведением зимних Олимпийских игр 2014 г. в Сочи. Оценка лавинной опасности вдоль автомобильных дорог является актуальной. Дана характеристика лавинной активности нижнего и среднего течения реки Мзымта в Краснодарском крае. Описана методика расчета лавинного риска. Сделан расчет риска от лавин для автомобильной дороги Адлер – Красная Поляна – Пслух по методике Ю.Б. Андреева и А.Н. Божинского. Расчет показал, что для данной автодороги риск от лавин составляет от 5 до 20 жертв за 100 лет. Оценка риска поможет своевременно избежать опасности, сократить ущерб, определить защитные мероприятия и указать пути управления риском.

Ключевые слова: лавины, лавинный риск, автомобильная дорога Адлер – Красная Поляна – Пслух.

## **ASSESSMENT OF THE AVALANCHE RISK ROAD ADLER - KRASNAYA POLYANA - PSLUH**

**Kanonnikova E.O.**

*GOU VPO «Perm State National Research University», Perm, Russia (614990, Perm, Bukireva St., 15).*

Mountains in the vicinity of Krasnaya Polyana intensively being developed because the Winter Olympic Games 2014 in Sochi. Assessment of avalanche danger along the road is important. This paper gives a brief description of the avalanche activity lower and middle reaches of the river Mzymta in the Krasnodar region. Describes the method avalanche risk. Made the calculation of risk of avalanches for road Adler – Krasnaya Polyana – Psluh. The calculation showed that for a given road is a risk of avalanches from 5 to 20 victims per 100 years. The risk assessment will help early to avoid the risk, reduce the damage to determine protective measures and to indicate ways of managing risk.

Key words: avalanche, avalanche risk, road Adler – Krasnaya Polyana – Psluh.

Снежные лавины – природное явление, неожиданно и стремительно вторгающееся в жизнь и хозяйственную деятельность людей. В настоящее время значительно повысился интерес к проблеме риска природных и антропогенных катастроф. Проблема связана, с одной стороны, с нестабильностью природной среды, вызванной не зависящими от человека природными ритмами, с другой – это результат чрезмерной технократической направленности развития цивилизации и ответной реакции природы. Возникает проблема сбалансированного, экологически взвешенного управления прогрессом человеческого общества, гармонично вписывающегося в рамки ноосферы. Следовательно, необходима оценка риска неблагоприятных и опасных природных явлений (НОЯ), в процессе как настоящего, так и будущего взаимодействия человека с окружающей средой.

Развитие горных курортов, разработка месторождений полезных ископаемых, прокладка трасс энергоснабжения и новых дорог в горах нередко сопряжены с риском ущерба от лавин. Оценка риска в горных районах, освоение и заселение которых в последние годы резко усилилось, является необходимой тенденцией в современном лавиноведении.

Важную роль в эволюции природных явлений и процессов играет оценка их устойчивости. При нарушении устойчивости развития тех или иных явлений (атмосферных, гидрологических, гляциологических, экологических и т.д.) процесс становится

неуправляемым и может сопровождаться природными катастрофами (лавины, бури, сели, гибель экосистем и т.д.).

В связи с интенсивным освоением гор в окрестностях Красной Поляны, вызванным проведением зимних Олимпийских игр 2014 г. в Сочи, оценка лавиноопасности весьма актуальна. Развитие горнолыжного и горноклиматического курорта Красная Поляна связано с прокладкой новых дорог, трасс энергоснабжения, возведением новых зданий и сооружений в горной местности, что нередко сопряжено с риском ущерба от лавин.

Большая часть лавиноопасных ландшафтов находится в неосвоенной в хозяйственном плане части Краснодарского края и республики Адыгея, в стороне от населенных пунктов. Это территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника, Сочинского национального парка, природного парка «Большой Тхач», Сочинского федерального заказника и других особо охраняемых природных территорий. Наиболее масштабным исключением является долина реки Мзымта в среднем и нижнем течении. Здесь человек и лавина сталкиваются ежегодно. К сожалению, эти встречи нередко имеют трагическое завершение.

Воздействие снежных лавин на рекреационное освоение в долине р. Мзымта будет возрастать по мере расширения границ освоения и развития инфраструктуры. Одним из центральных элементов рекреационной системы являются рекреанты и местное население, перемещение которых производится в рамках организованного туризма или по личной инициативе, что трудно регламентировать. При рекреационном развитии происходит увеличение количества туристов, которые находятся на склонах и могут оказаться в лавиноактивной зоне, или сами становятся первопричиной нарушения устойчивости снежного покрова и формирования лавин.

Риск – это степень близости системы к состоянию катастрофы или вероятность нарушения устойчивости. Для оценки риска на локальном уровне охарактеризуем кратко лавинный режим и лавинную активность территории. Согласно методике районирования горных регионов по типам лавинного режима [3], общий тип лавинообразования в нижнем и среднем течении Мзымты – южный. Продолжительность лавиноопасного периода порядка 5 месяцев, с середины ноября по середину апреля. Повторяемость лавин составляет от единиц до нескольких в год. Объемы лавин колеблются от нескольких тысяч до ста тысяч кубических метров. На склоне хребта Аибга более 50% лавин – мокрые, весеннего адвекционного снеготаяния. Как правило, они сходят в марте – апреле, а также возможны в январе – феврале при оттепелях. Преобладание этого типа лавин характерно для всего южного макросклона Кавказа. Они имеют наибольшие объемы и дальности выброса, нередко проникают через лес на дно долины. Сухие зимние лавины – также достаточно распространенное явление в бассейне р. Мзымта. На их долю приходится около 30% всех сошедших снежных лавин. Сухие лавины связаны, прежде всего, с интенсивными холодными снегопадами, которые дают до 80 см прироста снега в сутки. В высокогорном поясе снегопады нередко сопровождаются сильными ветрами и метелями, что способствует формированию метелевых лавин.

Оценка риска от лавин основана на структурной формуле риска [2; 3; 10]:

$$\text{РИСК} = \text{ВЕРОЯТНОСТЬ СОБЫТИЯ} \times \text{ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ} \quad (1)$$

Это формула общего характера и приложима к оценке риска любых природных опасностей. Исходя из этой формулы под лавинным риском понимается вероятность неблагоприятного исхода при попадании людей и материальных объектов в зону действия лавин. Любое природное опасное явление характеризуется временем, местом реализации и размером возможного ущерба. Поэтому при использовании общей структурной формулы

риска были выделены три компонента: временная  $R_t$ , пространственная  $R_s$  и антропогенная  $R_a$  [3]. Временная компонента характеризует длительность лавиноопасного периода и повторяемость (частоту) лавин. Пространственная компонента зависит от распределения лавинной активности на исследуемой территории и отражает частоту опасного явления по пространственной координате. Антропогенная компонента определяется соответствующей нагрузкой горного региона.

При окончательной численной оценке риска требуется введение единого показателя риска. В качестве такого показателя используется число жертв в единицу времени (как правило, за сезон или год) и материальный ущерб (в стоимостном эквиваленте) в единицу времени [1; 3; 10; 12]. По сути эти два показателя риска эквивалентны, ибо во всех цивилизованных странах, в том числе в России, существует стоимостная оценка человеческой жизни [3].

Структурную формулу (1) можно представить в виде [2]:

$$R = R_t R_s R_a \quad (1a)$$

Для количественной оценки риска можно дать общее представление каждой компоненты риска. Например, в качестве временной компоненты  $R_t$  лавинного риска принимается фоновая частота  $\omega$  (1/год) схода лавин в исследуемом регионе. Если для исследуемого района имеются конкретные данные о частоте лавин по каждому лавинообороту, то естественно применять эти данные.

Для оценки пространственной компоненты  $R_s$  следует использовать плотность лавинооборотов, т.е. число  $N$  лавинооборотов на единицу длины или площади. В ряде случаев можно использовать приведенную плотность  $n$ , равную произведению  $N$  на безразмерный множитель, косвенно характеризующий относительный объем лавин.

В качестве оценки антропогенной компоненты риска принимается частота посещаемости лавиноопасных зон с учетом интенсивности туризма, числа постоянных жителей и хозяйственной деятельности.

Для оценки риска на локальном уровне охарактеризуем кратко лавинный режим и лавинную активность территории. Согласно методике районирования горных регионов по типам лавинного режима [3], общий тип лавинообразования в нижнем и среднем течении р. Мзымты – южный. Продолжительность лавиноопасного периода порядка 5 месяцев, с середины ноября по середину апреля. Повторяемость лавин составляет от единиц до нескольких в год. Объемы лавин колеблются от нескольких тысяч до ста тысяч кубических метров.

Общая структурная формула (1a) для локальной (региональной) оценки риска по методике Ю.Б. Андреева и А.Н. Божинского для автомобильной дороги может быть представлена в виде [3; 4; 9]:

$$R = \alpha m k \omega (l/u) q j, \quad (2)$$

где  $R$  – показатель риска, жертв/год;

$\alpha$  – доля лавиноопасного времени в графике транспорта;

$k$  – вероятность достижения дороги лавиной;

$\omega$  – повторяемость лавин, 1/год;

$m$  – число лавинооборотов с одинаковой повторяемостью лавин на рассматриваемом участке;

$l$  – средняя длина опасных участков, км;

$u$  – средняя скорость транспорта на участке, км/час;

$q$  – среднее число пассажиров в усредненном транспортном средстве;

$j$  – поток автомобилей, 1/час.

Если на каком-либо опасном участке дороги имеются лавиносборы с существенно различной повторяемостью лавин и с различной длиной опасных участков, то в (2) вместо  $mk\omega l$  используется выражение:

$$\sum_{i=1}^m k_i \omega_i l_i$$

С использованием вышеуказанной методики на основе исходных материалов были получены соответствующие оценки риска для лавиноопасных участков автодороги Адлер – Красная Поляна – Пслух (табл. 1).

**Таблица 1 – Степень лавинного риска участков автодороги Адлер – Красная Поляна – Пслух**

№	Участок	Показатели								
		$m$	$l$	$u$	$k$	$\omega$	$\alpha$	$q$	$j$	$R$
1	Южный портал Большого тоннеля	1	0,03	60	1	1	0,4	6	95	$12 \times 10^{-3}$
2	За 4 тоннелем	1	0,05	60	1	1	0,4	6	95	$2 \times 10^{-2}$
3	Чвижепсе	1	0,04	60	1	1	0,4	6	95	$15 \times 10^{-3}$
4	Между тоннелями	1	0,05	60	1	1	0,4	6	95	$11 \times 10^{-3}$
5	р. Сулимовская	1	0,12	60	1	1	0,4	6	30	$1 \times 10^{-2}$
6	От р. Сулимовская в сторону источника	1	0,04	60	1	1	0,4	6	30	$5 \times 10^{-3}$
7	От р. Сулимовская в сторону источника	1	0,18	60	1	1	0,4	6	30	$2 \times 10^{-2}$
8	От р. Сулимовская в сторону источника	1	0,17	60	1	1	0,4	6	30	$2 \times 10^{-2}$

Расчет показал, что для автодороги Адлер – Красная Поляна – Пслух риск от лавин составляет от 5 до 20 жертв за 100 лет, что соответствует слабому и умеренному риску по пятибалльной шкале.

Для уменьшения ущерба, причиняемого сходом снежных лавин, и рационального природопользования необходимо:

1) ежегодное уточнение территорий лавинной опасности, перечней населённых пунктов, промышленных, транспортных, энергетических, коммунальных, спортивно-оздоровительных и других народнохозяйственных объектов, расположенных в зонах схода снежных лавин;

2) создание ведомственных противолавинных служб и постов наблюдений;

3) строительство противолавинных галерей на лавиноопасных участках автомобильной дороги Адлер – Красная Поляна и железной дороги Краснодар – Туапсе;

4) запрещение рубки леса на лавиноопасных склонах;

5) облесение образовавшихся лавиноопасных участков;

6) создание комиссий по борьбе со снеголавинной опасностью с включением в их состав специалистов-лавинщиков.

Освоение горной территории с каждым годом всё более возрастает. В связи с этим возрастает и лавинная опасность. Поэтому необходим своевременный учёт лавинной активности используемых территорий, оценка угрожающего воздействия, эффективная защита и предупреждение схода лавин и возникновения чрезвычайных ситуаций.

Противолавинные мероприятия, как известно, делятся на предупреждающие, профилактические и предотвращающие. К предупреждающим относятся: оценка лавинной опасности территории, прогноз и предупреждение о лавинной опасности. Профилактические мероприятия включают обстрел лавиноопасных склонов, а предотвращающие мероприятия чаще всего заключаются в строительстве инженерных сооружений. Оценка лавинной опасности позволяет выделить безопасные участки и избежать расположения людей и объектов в зонах, поражаемых лавинами. На первом этапе мероприятий по снижению лавинного риска это самый дешёвый и эффективный способ.

Прогноз лавин обеспечивает безопасность людей посредством предупреждения о возможности их схода. Снеголавинный мониторинг и прогноз лавин в горах проводят специальные снеголавинные станции – это позволяет снизить удельный лавинный риск для людей до уровня 0,1–0,5%. Профилактические спуски лавин предотвращают спонтанный сход лавин и ограничивают их объёмы, что снижает лавинный риск до 0,01–0,05%.

Самые дорогостоящие противолавинные мероприятия – защитные сооружения: снегоудерживающие заборы, предотвращающие зарождение лавин; разного рода тормозящие, отклоняющие или пропускающие лавины сооружения. Они призваны предотвратить сход лавин или их воздействие на защищаемые объекты, обеспечивают очень высокую степень защиты, снижая вероятность поражения до уровня меньше 0,001%, но их стоимость достигает миллионов рублей. Поэтому инженерные меры защиты применяются только в густонаселённых местах и для защиты очень дорогостоящих объектов.

Профилактические меры позволяют в процессе изыскания и проектирования выбрать безопасные площадки для строительства, а также рекомендовать систему горно-лавинной службы, призванной обеспечить круглогодичное безопасное проведение строительных и иных работ. Сюда же относится искусственное сбрасывание лавин.

Инженерные меры применяются в тех случаях, когда нет возможности избежать строительства вне опасных мест или когда постройки были возведены без учёта лавинной опасности. Защитное строительство требует больших средств, и поэтому выбор того или иного сооружения определяется как значением нуждающегося в защите объекта, так и сроками (сезонностью) его эксплуатации.

Анализ неблагоприятных ситуаций и соответствующая оценка риска помогут либо своевременно избежать возможной опасности, либо сократить ущерб, определить необходимые защитные мероприятия и указать пути управления риском.

### **Список литературы**

1. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. Оценка лавинного риска в горах // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1994. – № 2. – С. 57–61.
2. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. Проблемы оценки и картографирования природного риска // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1996. – № 3. – С. 75–78.
3. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. Оценка риска от лавин и селей // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2006. – № 6. – С. 39–51.
4. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н., Сидорова Т.Л. Методика картографирования вероятного ущерба от лавин и селей // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1997. – № 5. – С. 67–69.

5. Andreev Y.B., Bozhinsky A.N., Sidorova T.L. // Avalanche and mudflow risk mapping methods for road traffic and population. Internationale Symposion INTERPRAEVENT 2000 – Villach / Oesterreich, Tagungspublication. – Band 2. – Seite 181–188.
6. Bohnenblust H. Troxler C. Risk analysis – Is it a tool for the politician in making decisions on avalanche safety? In: Avalanche formation, movement and effects // IASH Publication. – 1987. – № 162.
7. Schaerer P. The avalanche hazard index // Annals of Glaciology. – 1989. – Vol. 13.

**Рецензенты:**

Середин В.В., д.г.-м.н., заведующий кафедрой инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, профессор, г. Пермь.

Назаров Н.Н., заведующий кафедрой физической географии и ландшафтной экологии Пермского государственного национального исследовательского университета, доктор географических наук, профессор, г. Пермь.