

УДК 551.578.48

DOI: 10.34753/HS.2022.4.3.276

ЛАВИННАЯ ОПАСНОСТЬ И РИСК В ХИБИНАХ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

М.А. Викулина

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»,
г. Москва, Россия
masanna2003@mail.ru

AVALANCHE RISK IN THE Khibiny MOUNTAINS AT THE BEGINNING OF THE 21ST CENTURY

Marina A. Vikulina

Lomonosov Moscow State University, Moscow,
Russia

masanna2003@mail.ru

Аннотация. На данный момент Хибинский полуостров один из самых динамично развивающихся регионов в Арктике. За последнее десятилетие количество туристов, посещающих район города Кировска, выросло в десять раз. Здесь традиционно развиты такие виды зимнего туризма, как горнолыжный спорт и беговые лыжи. Хибинский полуостров также является одним из центров развития экстремальных видов спорта в нашей стране. Несмотря на то, что горы имеют небольшую площадь и высоту, здесь ежегодно сходят лавины, которые приводят к человеческим жертвам. Катастрофические события, связанные с лавинами, случаются в Хибинском полуострове практически ежегодно, начиная с начала 2000-х годов за счет увеличения туристического потока и развития новых видов активного отдыха. В последние два десятилетия повысилась доля жертв от лавин среди любителей фрирайда, а после 2015 года появилась новая категория пострадавших от лавин – водители снегоходов. С 2000 года в Хибинском полуострове лавины попали свыше 60 человек и свыше 80% из них составили туристы. Оценка социального лавинного риска была проведена в Хибинском полуострове в 2008 и 2019 годах с использованием методики, основанной на сочетании параметров лавинной активности и социально-экономических параметров, характеризующих уязвимость человека по отношению к лавинам в пространстве и во времени. Расчетные показатели лавинного риска в Хибинском полуострове выросли в семь раз за последнее десятилетие – с 23 до 159. Высокие значения лавинного риска характерны для территорий развития горнолыжного спорта.

Abstract. At the moment, the Khibiny mountains are one of the most dynamically developing regions in the Arctic. Over the past decade, the number of tourists visiting the area of Kirovsk has increased 10 times. Such types of winter tourism as skiing and cross-country skiing are developed here. Khibiny mountains is one of the centers for the development of extreme sports in Russia. Avalanches come down here every year, which lead to human casualties. Catastrophic avalanche events have been occurring in the Khibiny mountains almost every year since the early 2000s due to an increase in the tourists and the development of new tourist destinations. Over the past two decades, the proportion of victims of avalanches among free ride has increased, and after 2015 a new category of avalanche victims has appeared – snowmobile drivers. Since 2000, about 60 people have been involved in avalanches in Khibiny mountains and over 80% of them were tourists.

An assessment of the social avalanche risk was carried out in Khibiny mountains in 2008 and 2019 using a methodology based on a combination of avalanche activity parameters and socio-economic parameters that characterize human vulnerability to avalanches in space and time. Estimated avalanche risk indicators in the Khibiny have increased 7 times over the past decade – from 23 to 159. High avalanche risk values are typical for areas where skiing is developed. Avalanche areas where off-piste skiing takes place are also characterized by increased risk values.

Практически все существующие горнолыжные комплексы Хибин могут подвергаться воздействию лавин. Участки лавиносборов, в которых происходит внетрассовое катание, также характеризуются повышенными значениями риска. Динамика лавинного риска и увеличение количества пострадавших от лавин туристов говорят о том, что обеспечение лавинной безопасности должно быть в приоритете при дальнейшем развитии региона.

Ключевые слова: Арктика; Хибин; лавинный риск; социальный риск; лавинная опасность; зимний туризм.

Введение

В последние годы правительство Российской Федерации уделяет много внимания эксплуатации российских арктических территорий, а Хибин в настоящее время являются одним из самых динамично развивающихся районов Арктики. Регион полностью освоен человеком, здесь расположены крупные горнодобывающие предприятия, индустриальные объекты, горнолыжные центры, во всех горных долинах в зимний сезон можно встретить туристов разных направлений: лыжников, снегоходчиков, альпинистов и любителей фрирайда. В городе Кировске, расположенном в горах, проживает порядка 35 000 человек. Одновременно с этим каждый год регион посещает все больше и больше туристов.

Туризм – одна из самых быстрорастущих отраслей экономики в Мурманской области. В 2021 году по данным Министерства туризма¹ область посетили 450 000 человек, практически половина из этого количества побывали в Хибинах. По данным информационного центра города Кировска за зимний сезон (с декабря по май) количество приехавших в Кировск людей выросло с 50 000 человек в 2015 году до 200 000 в 2022 году, то есть в 4 раза за семь лет. При этом в 2008 году количество туристов составляло всего 20 000 человек, что в 10 раз меньше, чем

Keywords: Arctic, concept of risk; Khibiny Mountains; snow avalanches; avalanche hazard; avalanche risk; recreation.

в 2022 году. Большую роль в таком активном росте туризма сыграла пандемия и закрытие горнолыжных курортов Европы. Но и после завершения пандемии спада не ожидается, так как на данный момент Европа труднодоступна из-за санкций. С 2021 года в городе Кировске заработали установки для искусственного оснежения горнолыжных трасс, что сделало город рекордсменом по самому раннему старту горнолыжного сезона в стране – начало ноября 2022 года. С помощью искусственного снега сезон катания планируют продлить до конца мая.

Несмотря на ограниченную площадь, Хибин имеют большой рекреационный потенциал. Привлекательность территории определяют: компактность района, возможность совмещения нескольких видов рекреационной деятельности, близость к индустриальным и культурным центрам России, развитая транспортная и основная инфраструктура региона. Уникальные природные условия с относительно теплой зимой и продолжительным залеганием снежного покрова позволяют заниматься зимними видами спорта и отдыха семь месяцев в году – с ноября по май.

Руководство области и инвесторы планируют дальнейшее наращивание туристического потенциала региона. На данный момент существует несколько проектов в этом направлении, в том числе в 2017 году была

¹Мурманская область в 2021 году приняла больше туристов, чем до пандемии | Интерфакс-Туризм [Электронный ресурс]. URL: <https://tourism.interfax.ru/ru/news/articles/84937/>.

создана концепция развития города Кировска «Кировск-2042. Всесезонный спортивно-туристический центр Северной Европы», предложенная архитектурным бюро «Остоженка»². В рамках этой концепции предполагается расширение горнолыжных зон на склонах гор Айкуайвенчорр и Кукисвумчорр, а также создание новых – на склонах гор Ловчорр и Вудъяврчорр.

В связи со стремительным развитием региона, отношение к лавинной безопасности должно оставаться одной из приоритетных задач. Данный район уникален долгосрочным рядом наблюдений за лавинами, связанным с промышленным освоением гор с начала XX века. Несмотря на то, что высота Хибин относительно невелика, зоны зарождения лавин имеют значительную крутизну и составляют в среднем 35–50 градусов. Частая повторяемость метелей, значительная снежность, продолжительный лавиноактивный период приводят к тому, что лавины угрожают горнодобывающей и туристической инфраструктуре, населенным пунктам, местным жителям и, конечно, туристам, которые все чаще и чаще становятся жертвами схода лавин. Несмотря на рост знаний о лавинах, количество жертв не уменьшается, а число катастрофических событий растет.

Одним из показателей, который характеризует угрозу подверженности человека опасному природному явлению, считается риск. Риск – это количественная мера опасности, которая определяется с помощью статистических данных или имитационных моделей [Мамаев, Андреев, 2002]. Если говорить о лавинном риске, то это вероятность потерь, возникающая вследствие воздействия снежных лавин, за определенное время (например, за год) [Мягков, 2000]. В 2008 году автором была проведена оценка лавинной опасности и риска для всей территории Хибин [Викулина, 2011]. В данной

работе мы хотим представить современные результаты и провести анализ изменений за последнее десятилетие.

Район исследования

Хибины представляют собой платообразные горы с максимальной высотой около 1200 м. На 40% территории Хибин возможно проявление лавинной деятельности, при этом 80% лавиноактивной площади занимают районы с высокой и средней степенью лавинной активности [Викулина, 2012]. За зиму на территории, примыкающей к жилищной застройке города Кировска по данным лавинной службы ОАО «Апатит» отмечается до 223 лавин (рисунок 1). В среднем в Хибинах на один погонный километр дна долины любой экспозиции приходится от 1 до 4 лавиносборов. Самое большое количество лавиносборов – до 12 на 1 км дна долины – находится в стенках цирков и каров. В большинстве лавиносборов Хибин лавины сходят ежегодно, а во многих количество лавин достигает шести и более в год (до 14). Пик лавинной активности приходится на март, что совпадает с максимальным наплывом туристов в Хибины.

Лавинная активность в Хибинах обусловлена достаточным количеством твердых осадков, продолжительной зимой и частыми метелями. Основная часть естественных лавин сходит во время снегопадов, обычно сопровождаемых метелями. Осадки, выпадающие на Кольском полуострове, характеризуются умеренной интенсивностью, но большой продолжительностью. На плато Ловчорр твердые осадки составляют 70% от общего количества, что при пересчете дает высоту снежного покрова 296 см. Однако реальные значения существенно меньше, так как 50–70% всего снега сносится с плато [Беленький, 1967].

²Кировск-2042. Всесезонный спортивно-туристический центр Северной Европы [Электронный ресурс]. URL: <https://archi.ru/projects/russia/11476/kirovsk-2042-vsesezonnyi-sportivno-turisticheskii-centr-severnoi-evropy>.

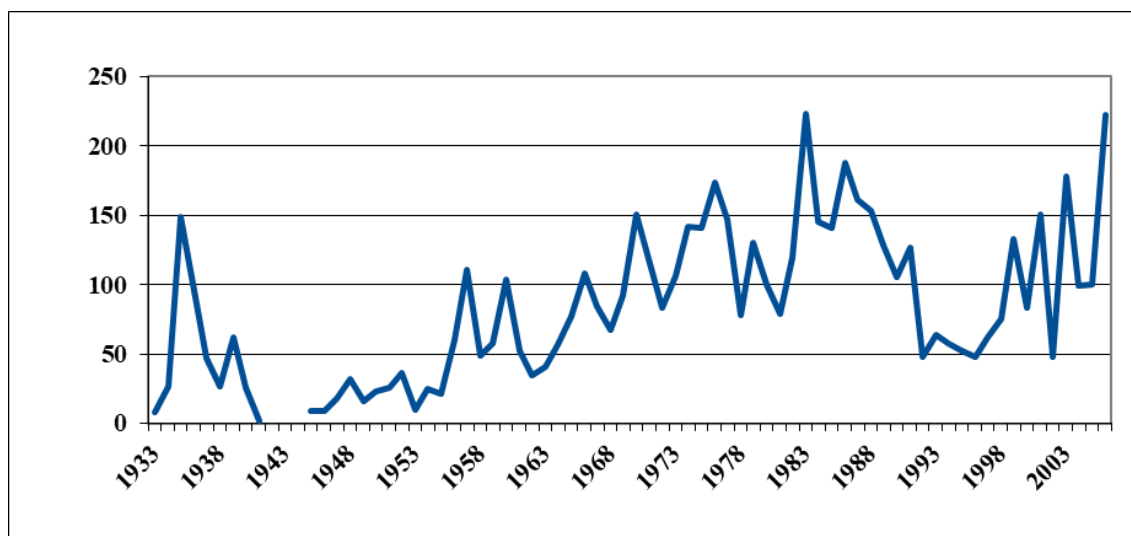


Рисунок 1. Количество сошедших лавин в 40 лавиносборах в районе города Кировска в период с 1933 по 2006 год (по данным лавинной службы ОАО «Апатит»).

Figure 1. The number of avalanches in the area of the city of Kirovsk from 1933 to 2006 (according to the avalanche service of JSC Apatit).

Число дней за зимний период с лавинами разного типа, по данным лавинной службы ОАО «Апатит», составляет в среднем 44, при колебаниях в пределах от 22 до 71 [Мокров, 2008]. Средние даты установления снежного покрова на плато и верхних частях склонов – начало октября. Разрушение снежного покрова на плато происходит в середине июня. Таким образом, продолжительность залегания снежного покрова достигает 260 дней.

Продолжительность лавиноактивного периода в Хибинах составляет в среднем 8 месяцев (с октября по июнь) – 240 дней. В отдельные годы он может быть и более продолжительным. В последние годы снежность зим растет (рисунок 2), хотя до 2010 года не наблюдалось тренда понижения или повышения толщины снежного покрова, как в районе города Кировска, так и на вершинах плато [Зайка, Викулина, Черноус, 2012].

Большая часть всех туристов приезжают в окрестности города Кировска ради горнолыжного катания. Здесь расположено 29 горнолыжных трасс общей протяженностью 35 км. Большинство трасс относится к горнолыжному центру «Большой Вудъявр», расположенному в пределах города, на склонах горы Айкуайвенчорр. Второй по популярности горнолыжный комплекс «Кукисвумчорр»

находится в одноименном микрорайоне города Кировска. Некоторые горнолыжные трассы в Хибинах могут подвергаться воздействию лавин, поскольку пролегают по лавиноактивным склонам, а здания и сооружения расположены в зоне остановки особо крупных лавин. Внетрассовое катание широко распространено на склонах гор в окрестностях города. Основные зоны внетрассового катания – горы Айкуайвенчорр, Кукисвумчорр, Юкспорр, Вудъяврчорр, долина Тахтар. Также в Хибинах традиционно развиты такие виды зимних видов спорта, как альпинизм, походы на лыжах и катание на снегоходах в горах.

Методы

В течение последних 20 лет автором производился сбор информации о пострадавших в лавинах в Хибинах для создания базы данных по жертвам. До 2000 года были использованы данные Б.Н. Ржевского, Е.Г. Мокрова [2008] и Ю.Л. Зюзина [2009]. В результате этой работы было определено, какие категории людей более подвержены опасности от лавин. Количество погибших можно достоверно посчитать, количество же пострадавших не поддается точным оценкам, так как не все самостоятельно выбравшиеся из лавин сообщают об этом,

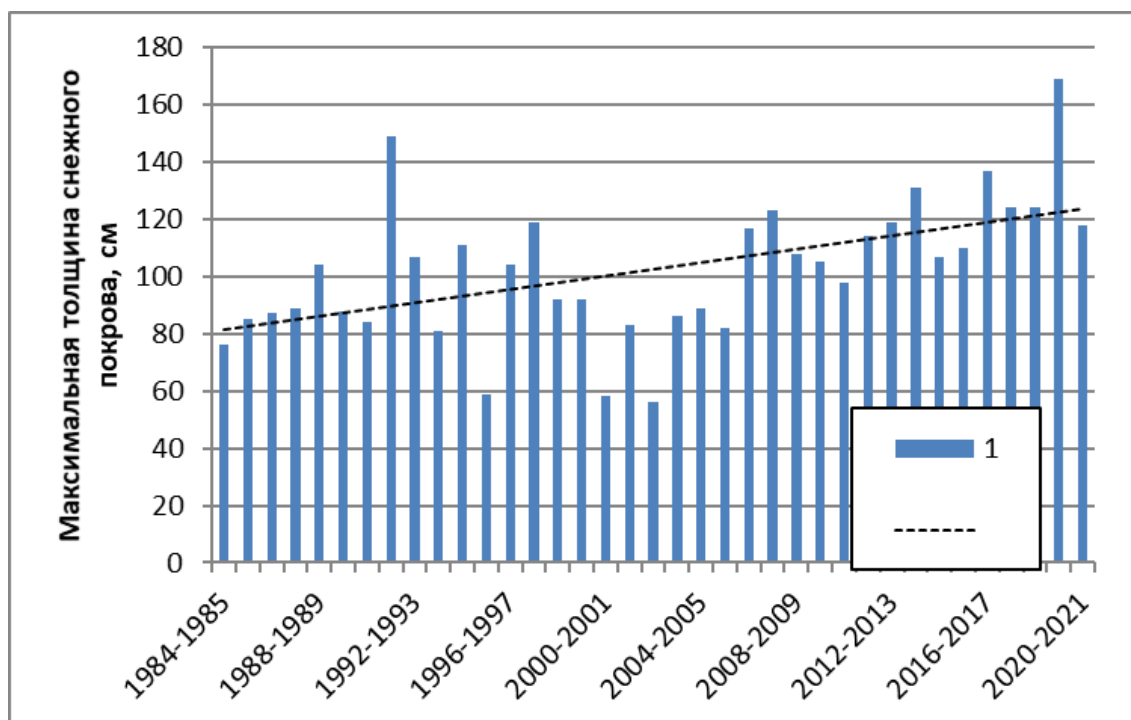


Рисунок 2. Изменение максимальной толщины снежного покрова на метеоплощадке Хибинской учебно-научной базы (в период с 1984 по 2021 год): 1 – толщина снежного покрова; пунктирная линия – линия тренда, рассчитанная методом наименьших квадратов.

Figure 2. Change in the maximum thickness of snow at the meteorological site of the Khibiny educational and scientific base (from 1984 to 2021): 1 – snow cover thickness; the dotted line – trend lines.

поэтому данные по пострадавшим не могут быть точными.

Оценка показателей социального лавинного риска была проведена для всей горной территории в 2009 и 2019 годах по методике, апробированной для расчета риска в Хибинах автором [2011], основанной на сочетании социальных и геофизических показателей, характеризующих рассматриваемую территорию. Социальный риск показывает возможное ежегодное количество погибших в результате лавинного воздействия.

Алгоритм расчета индивидуального лавинного риска заключался в следующем:

- выбор источников информации;
- создание карт характеристик, использующихся для расчета риска;
- расчет уязвимости населения во времени;
- расчет уязвимости населения в пространстве;
- расчет полного социального риска.

Для определения социального риска необходимы сведения как о параметрах лавинной

деятельности, так и об уязвимости населения. Источником информации по снежным лавинам стали карты средней многолетней повторяемости лавин, продолжительности лавиноопасного периода и степени лавинной активности в масштабе 1:200 000, созданные в 2009 году [Викулина, 2012].

Социально-экономические параметры были получены из существующих электронных карт: природных зон, населенных пунктов, автомобильных дорог; статистических показателей по «Всероссийской переписи населения 2010 года». Данные по количеству туристов в последние годы в Хибинах предоставлены информационным центром города Кировска, которые рассчитываются с помощью подсчетов количества транзакций по банковским картам и звонкам мобильной связи.

Для получения экономических параметров в среде геоинформационной системы на топографическую основу наносятся контуры объектов, которые обладают общностью социальных характеристик, например территория

города, рудника, предприятия, туристические маршруты, горнолыжные трассы, места катания вне трасс. Для каждого объекта определяется площадь и определяется значение максимальной численности людей, которые могут находиться в данном месте в течение суток. Для города – это численность населения; для промышленного предприятия – численность сотрудников; для горнолыжного склона – максимальное количество катающихся людей в день; для ненаселенных территорий, посещаемых туристами, наносятся данные по максимальному количеству человек, проходящих по данному маршруту в день. Таким образом, мы можем получить значение максимальной плотности людей, которые могут находиться в данном месте.

Полный социальный риск поражения населения вычисляется по формуле (1) и показывает, сколько человек может погибнуть в снежных лавинах за год на исследуемой территории [Shnyparkov et al., 2012].

$$R_n = P \cdot d \cdot U_v \cdot U_p \quad (1)$$

где P – повторяемость лавин;

d – максимально возможная плотность населения, полученная в результате учета всех возможных случаев нахождения человека в определенных местах;

U_v – уязвимость населения во времени, определяется с помощью соотношения времени нахождения человека в опасном месте в течение суток и в течение года;

U_p – уязвимость населения в пространстве, определяется с помощью соотношения площади зоны, подверженной воздействию лавинного процесса в пределах исследуемой территории, к общей площади исследуемой территории.

Все карты лавинных и социальных характеристик создавались в программах ArcMap и MapInfo.

Результаты

Анализ катастрофических событий в Хибинах показал, что самые большие потери от снежных лавин приходится на период освоения и начала добычи апатита в городе Кировске (до 1940-х годов) – 124 погибших и свыше 100 пострадавших. Это половина жертв от лавин за все последующие годы. Всего по обобщенным данным за весь период освоения в Хибинах погибло от лавин около 200 человек и пострадало около 300 человек (рисунок 3). Соотношение и количество пострадавших за последние два десятилетия представлены на рисунке 4. Можно отметить, что частота событий увеличивается после 2006 года. С 2006 года отмечаются ежегодные жертвы от лавин, за исключением 2007 и 2009 годов.

В последние десятилетия существенно изменились категории людей, которые попадают в лавины. Если в начале эпохи освоения Хибин значительная часть людей погибала под завалами разрушенных домов и на рудниках, то впоследствии, когда началось строительство противолавинных дамб, гибель людей от повреждения зданий и сооружений значительно снизилась (рисунок 3). Начиная с 1960-х и до конца 1990-х годов в большинстве случаев пострадавшими от лавин становились приезжие туристы, в основном лыжники (рисунок 5). В 1980-х годах от лавин пострадали 32 человека (таблица 1), из которых только пятеро были местными жителями. В начале 2000-х годов началась эра внетрассового катания, соответственно появились жертвы – фрирайдеры. С 2010 года получил стремительное развитие новый вид активного отдыха – катание на снегоходах в горах, поэтому появилась новая категория жертв – водители снегоходов. За последние два десятилетия наибольшее количество пострадавших от лавин наблюдается в альпинизме и фрирайде, но в скором времени снегоходчики могут занять лидирующие позиции (таблица 2).

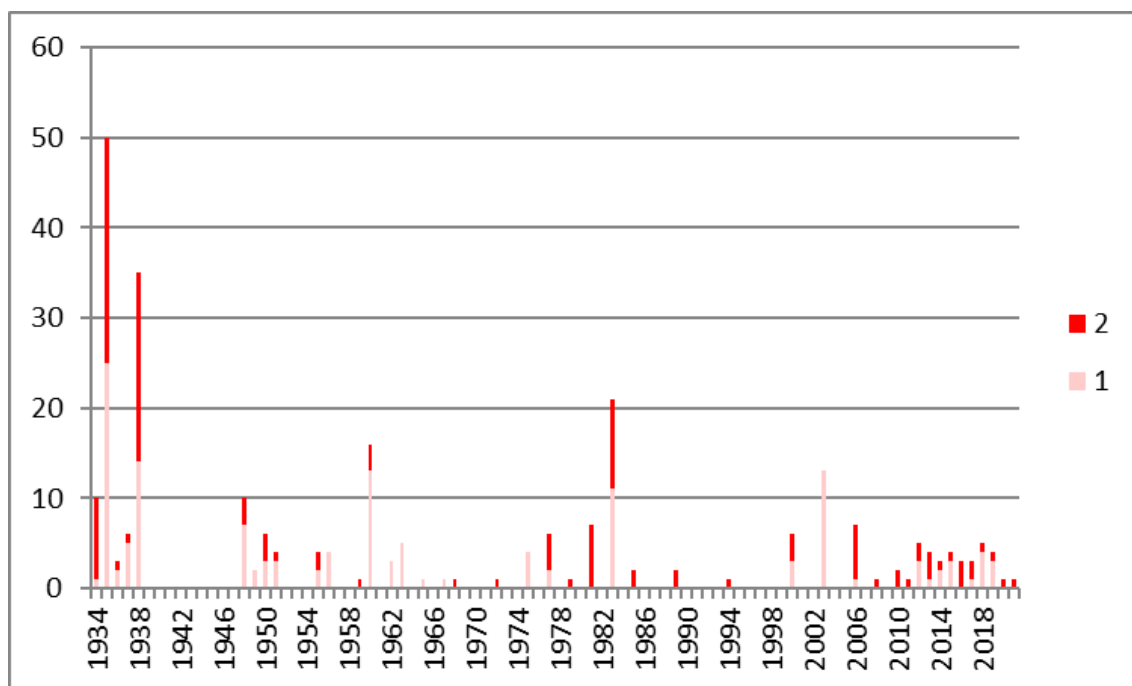


Рисунок 3. Количество человек пострадавших (1) и погибших (2) в лавинах в Хибинах с 1934 года. Высота столбика за 1935 год сильно уменьшена (реальное число 153).

Figure 3. The number of people affected (1) and perished (2) in avalanches in Khibiny mountains since 1934. The height of the column for 1935 is greatly reduced (the real number is 153).

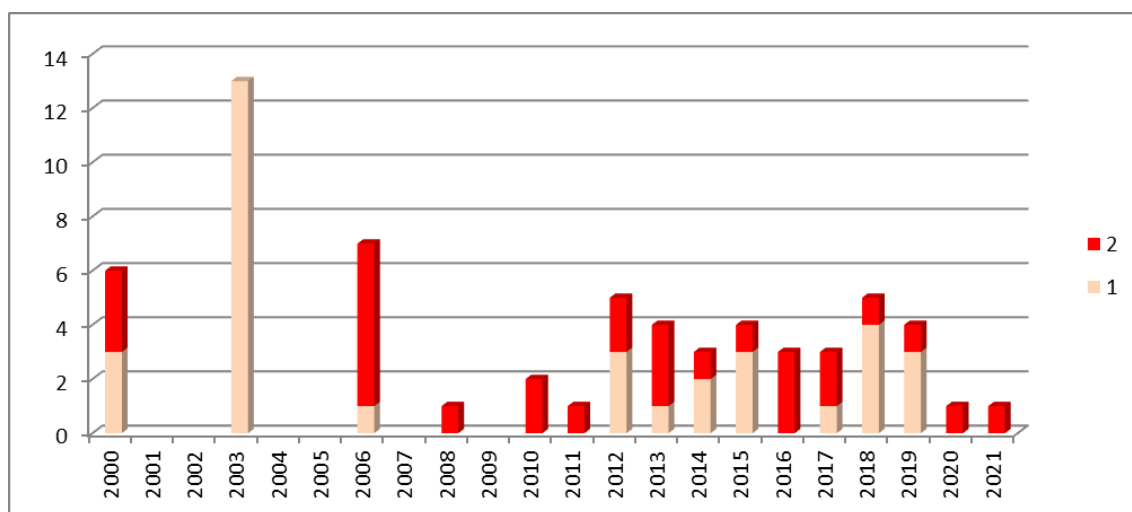


Рисунок 4. Количество человек пострадавших (1) и погибших (2) в лавинах в Хибинах с 2000 года.

Figure 4. Number of people affected (1) and perished (2) in avalanches in Khibiny mountains since 2000.

Таблица 1. Жертвы от лавин в Хибинах по десятилетиям начиная с 1980 года.

Table 1. Avalanche casualties in Khibiny mountains by decade since 1980.

Временной период	Погибшие	Пострадавшие	Всего
1980–1989	21	11	32
1990–1999	1		1
2000–2009	10	17	27
2010–2019	17	17	34

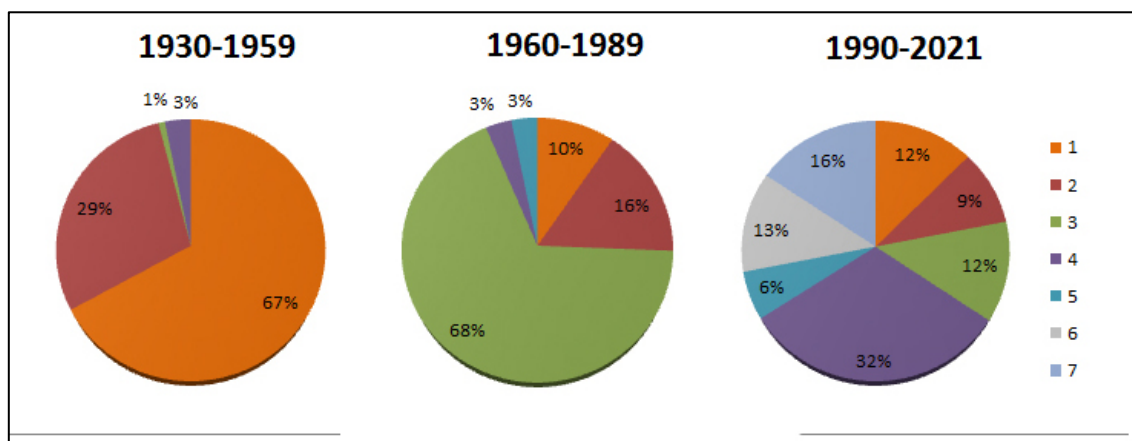


Рисунок 5. Процентное соотношение различных групп населения, пострадавших от лавин в Хибинах в разные годы: 1 – местные жители; 2 – местные жители на рабочем месте; 3 – туристы-лыжники; 4 – фрирайдеры; 5 – горнолыжники на трассах; 6 – альпинисты; 7 – водители снегоходов.

Figure 5. Percentage of different groups of the population who died from avalanches in different years: 1 – local residents; 2 – local residents at the workplace; 3 – tourists-skiers; 4 – tourists-freeriders; 5 – tourists on the ski slopes; 6 – tourists-alpinists; 7 – tourists-snowmobilers.

Таблица 2. Категории погибших и пострадавших людей от лавин в Хибинах с 2000 по 2021 год.

Table 2. Categories of people perished by avalanches in Khibiny mountains from 2000 to 2021.

Категория	Количество
Альпинисты	17
Фрирайдеры	16
Лыжники	12
Водители снегоходов	10
Местные жители	5
Горнолыжники на трассах	3

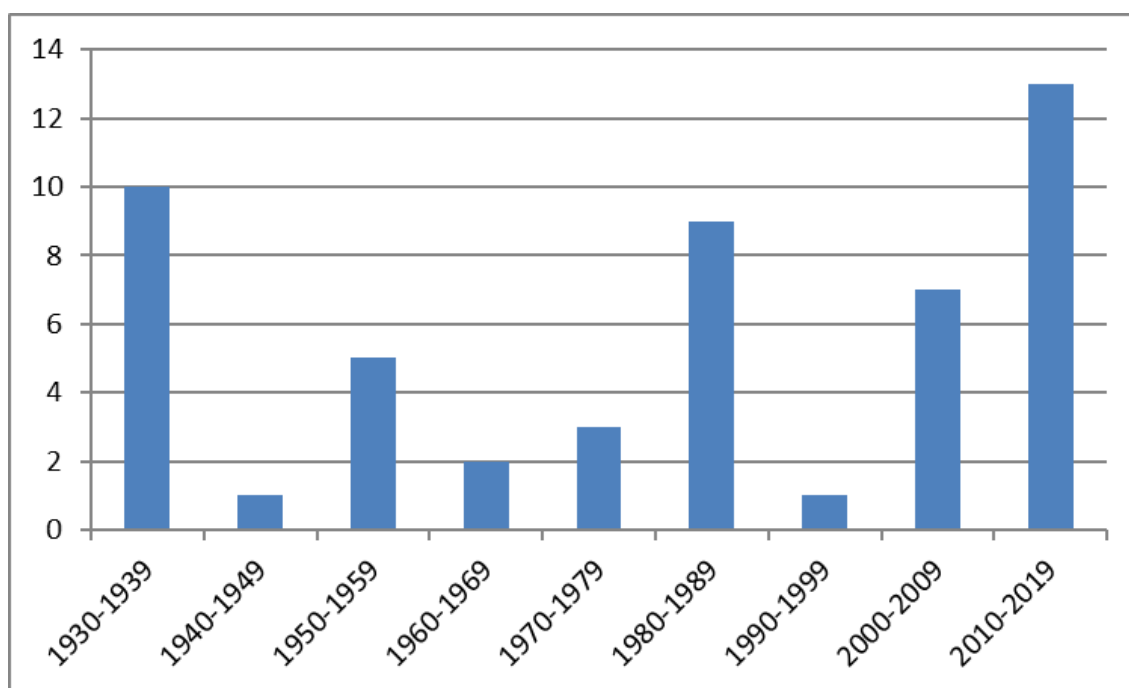


Рисунок 6. Количество катастрофических лавин в Хибинах по десятилетиям.

Figure 6. The number of catastrophic avalanches in the Khibiny mountains by decades.

Количество катастрофических лавин, то есть таких лавин, в которых погибли люди, было велико в 1930-х годах (рисунок 6). В дальнейшем в результате активно проводимых противолавинных мероприятий произошло снижение таких событий. В связи с развитием туризма в 1980-х годах можно наблюдать увеличение этого показателя. Также на графике (рисунок 6) хорошо виден «застой» 1990-х годов. Начиная с 2000 года наблюдается увеличение количества катастрофических лавин за счет развития новых направлений туризма – фрирайда и снегоходного катания. Последнее десятилетие характеризуется увеличением катастрофических событий, их количество превышает частоту катастроф в период 1930-х годов (рисунок 6).

За последние десять лет рекреационное использование горной территории существенно изменилось (рисунок 7). Теперь в каждой горной долине можно встретить группы снегоходчиков и туристов других категорий. Зоны фрирайда и альпинистских маршрутов тоже существенно расширились.

Проведенная оценка социального риска позволила сделать вывод, что расчетные

показатели лавинного риска в Хибинах выросли в семь раз за последнее десятилетие – 23 (2008 год) и 159 (2019 год). На практике мы не видим реализации этих значений. Это в первую очередь связано с тем, что данные расчеты не учитывают инженерную защиту и противолавинные мероприятия. Кроме того, в показатель лавинного риска также входят не только погибшие люди, но и пострадавшие или просто попавшие, точное количество которых нам неизвестно. На представленных картах можно наглядно увидеть, как распределяются значения лавинного риска на территории Хибин (рисунок 8). Цветом показано, где наиболее вероятнее произойдет столкновение человека с лавиной.

По сравнению со значениями в 2008 году существенно расширились зоны со средним и высоким уровнем риска. Также выделяются горнолыжные курорты города Кировска, где угроза попасть в особо крупную лавину из лавинных очагов, расположенных над трассами, остается. Данная проблема уже не раз освещалась в других работах [Викулина, 2011; Викулина, 2012].

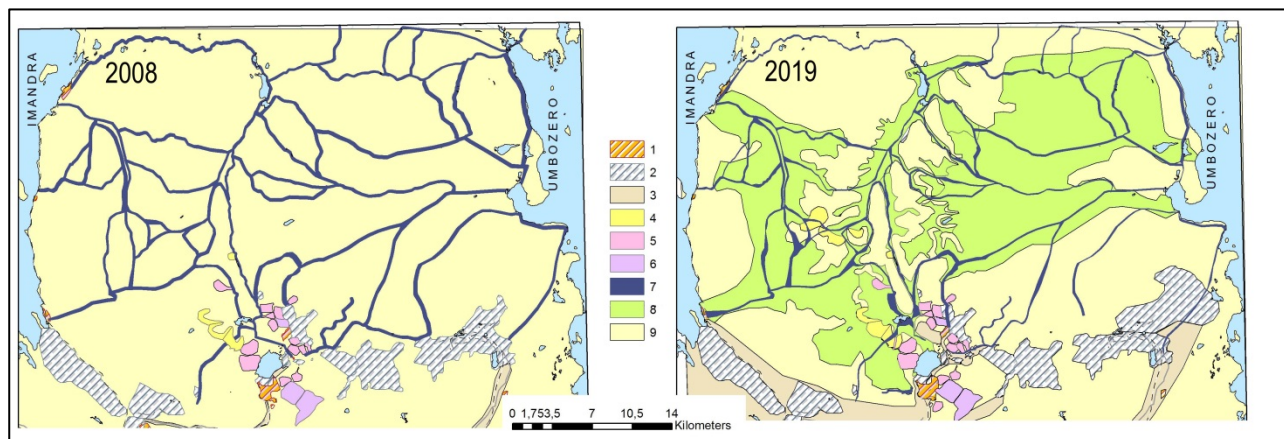


Рисунок 7. Рекреационное использование территории в 2008 и 2019 годах: 1 – городская застройка; 2 – промышленные зоны; 3 – дороги; 4 – районы занятия альпинизмом; 5 – зоны внетрассового катания; 6 – горнолыжные курорты; 7 – маршруты для лыжных походов; 8 – районы катания на снегоходах; 9 – редко используемые территории.

Figure 7. Recreational land use in 2008 and 2019: 1 – urban development; 2 – industrial zones; 3 – roads; 4 – areas of mountaineering; 5 – off-piste areas; 6 – ski resorts; 7 – routes for ski trips; 8 – snowmobiling areas; 9 – rarely used territories.

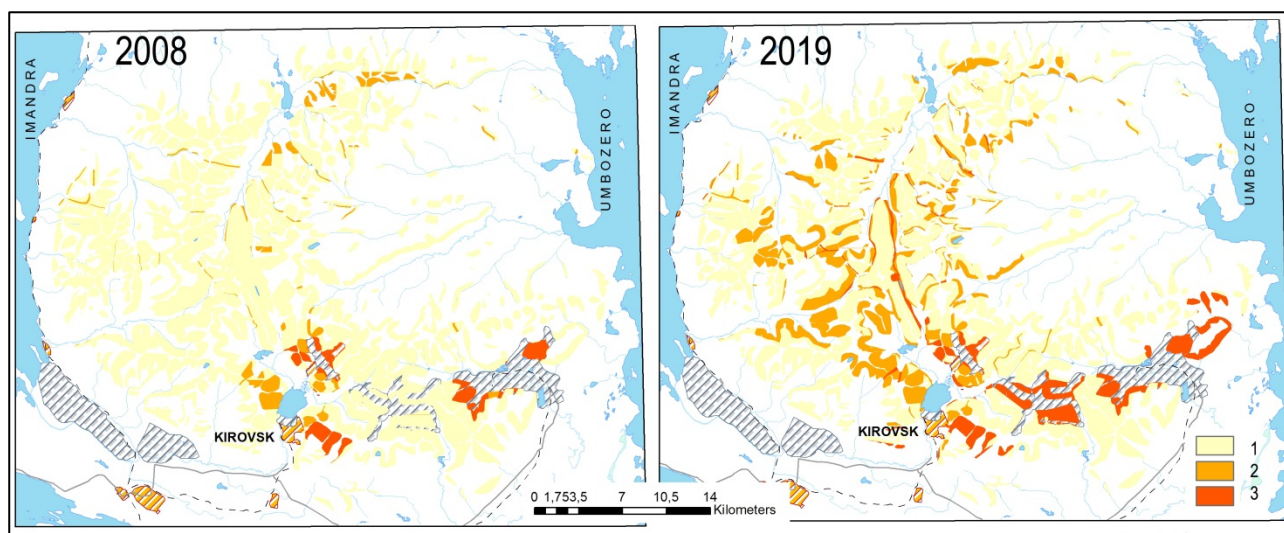


Рисунок 8. Социальный лавинный риск в Хибинах в 2008 и 2019 годах: 1 – низкий; 2 – средний; 3 – высокий. Оценка проведена в масштабе 1:200 000.

Figure 8. Social avalanche risk in Khibiny mountains in 2008 and 2019: 1 - low; 2 - medium; 3 - high. The assessment was carried out on a scale of 1:200 000.

Участки лавиносборов, в которых происходит катание «вне трасс» и снегоходное катание, характеризуются повышенными значениями риска. На увеличение степени безопасности в этом направлении повлиять трудно, так как люди осознанно или неосознанно идут на этот риск. Даже в таких развитых странах, как Канада, среднее число погибших от внетрассового катания в одном только Mountain National Parks (штат Альберта), составляет 4–12 человек в год [Parks..., 2003]. Если рассматривать Францию, то здесь цифры еще больше. В начале 2000-х годов за 7 лет во Французских Альпах погибло более 180 человек [Седова и др., 2010]. Поэтому ожидается, что в Хибинах смертность от таких событий будет только расти. С другой стороны, если рассматривать статистику гибели людей в лавинах в США, то там рост гибели людей, занимающихся фрирайдом и снегоходным катанием, начался гораздо раньше. Соответственно в 1980-х и 1990-х годах. Но впоследствии количество жертв перестает повышаться, что связывают с большей осознанностью населения и повышению лавинной грамотности [Треппер, 2020]. Таким образом, организация курсов и различных программ по обучению лавинной грамотности для любителей активного отдыха, возможно

является единственно верным решением данной проблемы.

В пределах промышленных объектов ОАО «Апатит», где отдельные участки характеризуются высокими значениями лавинного риска, его снижают до допустимого уровня путем строительства инженерных противолавинных сооружений и искусственным обрушением лавин.

Обсуждение

Количество жертв от лавин в конце XX столетия снижалось, но в последние десятилетия наметилась тенденция увеличения роста катастрофических лавин. С 2006 года катастрофические события, связанные с лавинами, случаются в Хибинах практически ежегодно и основными потерпевшими являются туристы (более 80%).

За последние 10 лет в Хибинах произошло расширение зон рекреационного использования за счет роста туристического потока и развития новых видов экстремального туризма, таких как фрирайд (с середины 2000-х годов) и снегоходное катание (с середины 2010-х годов). Соответственно увеличилась доля людей, занимающихся этими видами спорта, погибших и пострадавших в лавинах. Всего в период с 2000 по 2021 год в Хибинах погибло 29 человек. Больше

всего в лавины попадают альпинисты и фрирайдеры.

Оценка лавинного риска показывает, что за последние десять лет количественные показатели социального лавинного риска выросли в 7 раз. Районы с повышенным риском расположены в местах развития активных видов отдыха – внетрассовое катание и альпинистские маршруты.

Динамика лавинного риска ясно демонстрирует, что при активном развитии в регионе туризма необходимо учитывать существование лавинной угрозы и принимать соответствующие меры для снижения риска.

Благодарности

Статья подготовлена по теме государственного задания кафедры

Литература

Беленький Б.М. О вероятности лавин максимального объема в районе города Кировска (Хибины) // Природа и хозяйство Севера / Материалы Первой научной конференции Кольского отдела Географического общества СССР (декабрь 1967 г.). 1967. Вып. 1. С. 19–26.

Викулина М.А. Индивидуальный лавинный риск в Хибинах // Лед и снег. 2011. № 4 (116). С. 57–60.

Викулина М.А. Оценка лавинной активности, опасности и риска Хибин в среднем масштабе // Материалы гляциологических исследований. 2012. № 1. С. 57–62.

Зайка Ю.В., Викулина М.А., Черноус П.А. Многолетняя динамика нивальных процессов в Хибинах // Лед и снег. 2012. № 1. С. 69–74.

Зюзин Ю.Л. Хибинская лавиниада. Вологда: Полиграф-Книга, 2009. 331 с.

Мамаев Ю.А., Андреев Ю.Б. Глоссарий // Природные опасности России в 6 т. Том 1. Природные опасности и общество. Тематический том. М.: Крук, 2002. С. 234–245.

Мокров Е.Г. Сейсмические факторы лавинообразования. М.: Научный мир, 2008. 131 с.

криолитологии и гляциологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Эволюция криосферы при изменении климата и антропогенном воздействии» (№ 121051100164-0). Автор выражает искреннюю признательность сотруднику Географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова Турчаниновой Алле Сергеевне за конструктивные дискуссии, а также сотрудникам Хибинской учебно-научной базы Географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова за помощь в снегомерных наблюдениях.

References

Belen'kii B.M. O veroyatnosti lavin maksimal'nogo ob'ema v raione goroda Kirovska (Khibiny) [On the probability of avalanches of maximum volume in the area of the city of Kirovsk (Khibiny)]. *Priroda i khozyaistvo Severa. Materialy Pervoi nauchnoi konferentsii Kol'skogo otdela Geograficheskogo obshchestva SSSR (Dekabr' 1967 goda)* [Nature and Economy of the North / Proceedings of the First Scientific Conference of the Kola Department of the Geographical Society of the USSR (December 1967)], 1969, iss. 1, pp. 19–26. (In Russian).

Mamaev Yu.A., Andreev Yu.B. Glossarii [Glossary]. In: *Prirodnye opasnosti Rossii v 6 t. Tom 1. Prirodnye opasnosti i obshchestvo. Tematicheskii tom* [Natural hazards in Russia in 6 volumes. Volume 1. Natural hazards and society. Thematic volume]. Moscow, Publ. Kruk, 2002, pp. 234–245. (In Russian).

Mokrov E.G. *Seismicheskie faktory lavinoobrazovaniya* [Seismic factors of avalanche formation]. Moscow, Publ. Nauchnyi mir, 2008. 131 p. (In Russian).

Myagkov S.M. Mnozhestvennost' pokazatelei izmereniya prirodnogo riska [Multiple indicators for measuring natural risk]. *Otsenka i upravlenie prirodnymi riskami. Materialy Obshcherossiiskoi konferentsii "RISK-2000" (gorod Moskva,*

Мягков С.М. Множественность показателей измерения природного риска // Оценка и управление природными рисками / Материалы Общероссийской конференции «РИСК-2000» (г. Москва, 26–28 сентября 2000 года). М.: Анкил, 2000. С. 296–300.

Седова А.С., Селиверстов Ю.Г., Тумасьева В.А., Клименко Е.С., Воронина Е.А. Цифровая модель рельефа как основа для исследования снежных лавин // Лед и снег. 2010. № 2(110). С. 43–50.

Тремпер Б. Как остаться в живых на лавинном рельефе. Москва, 2020. 439 с.

Parks Canada's backcountry avalanche risk review. Report of the independent panel. Parks Canada, Banff, A.B., 2003. 80 pp.

Shnyparkov A.L., Fuchs S., Sokratov S.A., Koltermann K.P., Seliverstov Yu.G., Vikulina M.A. Theory and practice of individual snow avalanche risk assessment in the Russian Arctic // *Journal of Geography Environment Sustainability*. 2012. № 5. С. 64–81.

26–28 sentyabrya 2000 goda) [*Assessment and management of natural risks. Proceedings of the All-Russian Conference "RISK-2000" (Moscow, September 26-28, 2000)*]. Moscow, Publ. Ankil, 2000, pp. 296–300. (In Russian).

Parks Canada's backcountry avalanche risk review. Report of the independent panel. Parks Canada, Banff, A.B., 2003. 80 pp.

Sedova A.S., Seliverstov Yu.G., Tumas'eva V.A., Klimenko E.S., Voronina E.A. Tsifrovaya model' rel'efa kak osnova dlya issledovaniya snezhnykh lavin [Digital elevation model as a framework for snow avalanche studies]. *Led i sneg [Ice and snow (Russia)]*, 2010, iss. 2 (110), pp. 43–50. (In Russian; abstract in English).

Shnyparkov A.L., Fuchs S., Sokratov S.A., Koltermann K.P., Seliverstov Yu.G., Vikulina M.A. Theory and practice of individual snow avalanche risk assessment in the Russian Arctic. *Journal of Geography Environment Sustainability*, 2012, iss. 5, pp. 64–81.

Tremper B. Staying alive in avalanche terrain, 3rd edition (August 10, 2018). Publ. Mountaineers Books, 2020. 352 p.

Vikulina M.A. Individual'nyi lavinnyi risk v Khibinakh [Individual avalanche risk in the Khibiny]. *Led i sneg [Ice and snow (Russia)]*, 2011, iss. 4 (116), pp. 57–60. (In Russian; abstract in English).

Vikulina M.A. Otsenka lavinnoi aktivnosti, opasnosti i riska Khibin v srednem masshtabe [Assessment of avalanche activity, danger and risk of the Khibiny on a medium scale]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy [Data of Glaciological Studies]*, 2012, iss. 1, pp. 57–62. (In Russian; abstract in English).

Zaika Yu.V., Vikulina M.A., Chernous P.A. Mnogoletnyaya dinamika nival'nykh protsessov v Khibinakh [Long-term dynamics of nival processes in the Khibiny mountains]. *Led i sneg [Ice and snow (Russia)]*, 2012, iss. 1, pp. 69–74. (In Russian; abstract in English).

Zyuzin Yu.L. *Khibinskaya laviniada [Khibiny avalanches]*. Vologda, Publ. Poligraf-Kniga, 2009. 331 p. (In Russian).