

Научная статья

УДК 551.324.63

DOI 10.46698/VNC.2023.39.70.001

О проблеме защиты объектов, находящихся в лавиноопасной зоне (на примере Приэльбрусья и Домбая)

Мухтар Юсубович Беккиев

Высокогорный геофизический институт, профессор, доктор технических наук, директор, г. Нальчик, Россия, mbekk@mail.ru

Михаил Дмитриевич Докукин

Высокогорный геофизический институт, ведущий научный сотрудник, кандидат географических наук, г. Нальчик, Россия, inrush@bk.ru

Руслан Хажбарович Калов

Высокогорный геофизический институт, доцент, заместитель директора по научной работе, кандидат физ.-мат. наук, г. Нальчик, Россия, ruslan_kalov@mail.ru

Сергей Иванович Шагин

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, помощник ректора, профессор, доктор географических наук, г. Нальчик, Россия, uniid-sergey@yandex.ru

Ахмат Русланович Акаев

Высокогорный геофизический институт, ведущий инженер, г. Нальчик, Россия, akaev.axmat@mail.ru

Аннотация. На основе анализа разновременных аэрофотоснимков, космических снимков и публикаций приведены данные о зонах поражения катастрофическими лавинами участков горных долин Приэльбрусья и Домбая, на которых находятся многочисленные объекты. Защита этих объектов от снежных лавин обеспечивается лавинозащитными и лавинопредотвращающими сооружениями, а также мероприятиями по предупредительному спуску лавин, но не гарантирует безопасность объектов.

Ключевые слова: снежная лавина, аэрофотоснимок, зона поражения лавинами, лавинозащитное сооружение, предупредительный спуск лавин

Для цитирования: Беккиев М.Ю., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Шагин С.И., Акаев А.Р. О проблеме защиты объектов, находящихся в лавиноопасной зоне (на примере Приэльбрусья и Домбая) // Вестник Владикавказского научного центра РАН. 2023. Том 23. № 4. С. 68–75. DOI 10.46698/VNC.2023.39.70.001

About the problem of protection of objects located in an avalanche-prone zone (on the example of the Elbrus region and Dombay)

Mukhtar Yu. Bekkiev

High-Mountain Geophysical Institute, Professor, Dr., Director, Nalchik, Russia, mbekk@mail.ru

Mikhail D. Dokukin

High-Mountain Geophysical Institute, PhD, Leading Researcher, Nalchik, Russia, inrush@bk.ru

Ruslan Kh. Kalov

High-Mountain Geophysical Institute, docent, PhD, Deputy Director for Scientific Work, Nalchik, Russia, ruslan_kalov@mail.ru

Sergey I. Shagin

Kabardino-Balkar State University named after H.M. Berbekov, Dr., Head of the Department of Scientific Research and Innovation, Nalchik, Russia, uniid-sergey@yandex.ru

Ahmat R. Akaev

High-Mountain Geophysical Institute, Lead Engineer, Nalchik, Russia, akaev.axmat@mail.ru

Abstract. Based on the analysis of multi-time aerial and satellite images and publications, data on the areas affected by catastrophic avalanches of the Elbrus and Dombai mountain valleys, where numerous objects are located, are presented. The protection of these objects is provided by avalanche-proof structures and measures for the preventive descent of avalanches, but does not guarantee the safety of objects.

Keywords: snow avalanche, aerial view, avalanche danger zone, avalanche protection structure, artificial avalanche triggering

For citation: Bekkiev M., Dokukin M., Kalov R., Shagin S., Akaev A. About the problem of protection of objects located in an avalanche-prone zone (on the example of the Elbrus region and Dombay) // Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center. 2023. Vol. 23. No 4. P. 68–75. DOI 10.46698/VNC.2023.39.70.001

ВВЕДЕНИЕ

На Северном Кавказе (в Приэльбрусье, Домбае) сложилась опасная ситуация, обусловленная тем, что гостиницами и другими объектами застроены участки, на которых сходили разрушительные лавины. Эти территории, несмотря на то, что уже несколько десятилетий на них не отмечено катастрофических лавин, являются реально опасными. В Приэльбрусье такими лавиноопасными территориями считаются: поляна Чегет, поляна Нарзанов, поляна Азау и другие. Ниже в работе представлена информация, свидетельствующая о лавинопроявлениях на этих участках и характере их застроенности, основанная на анализе аэрофотоснимков и космических снимков разных лет, а также на сведениях из публикаций.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены с использованием космоснимков Sentinel-2 и Landsat 4-5 с сайта Sentinel Hub EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>) разрешением 10-30 м, аэрофотоснимков 1957, 1975, 1978, 1983, 1988 гг., имеющих в архиве ФГБУ «ВГИ» в виде контактных отпечатков на фотобумаге, космоснимков сверхвысокого разрешения с ресурсов Google Earth, Bing Maps, Yandex Maps.

Аэрофотоснимки и космоснимки привязывались к космоснимкам Sentinel-2 по опорным точкам в программе ArcMap и взаимоувязывались. В этой программе проводилось сравнение разновременных космоснимков и аэрофотоснимков с использованием инструмента «Зашторить слой» (Swipe Layer) для интерактивного отображения разновременных слоев с целью корректировки привязки и проведения границ зон поражения лавинами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поляна Чегет

В статье [1] подробно изложены результаты исследований по выявлению зон поражения крупными лавинами поляны Чегет. Отмечено, что на аэрофотоснимке 1957 г. участки с отсутствием леса – следы схода лавин в 1946 и 1954 годах с объемами отложений снега до 1 млн м³ и более. По данным работы [7] – это следы лавины 1931/1932 гг. Учитывая быстроту зарастания поляны после схода лавин, по данным сравнения аэрофотоснимков 1957, 1973, 1978 гг. можно сделать вывод о том, что отсутствие леса на поляне Чегет в 1957 г. дает основание считать это следствием лавин 1946 и 1954 гг.

Для оценки масштабов возможных разрушений объектов при сходе лавины на поляну Чегет проведен анализ разновременных аэрофотоснимков и космических снимков. На *рис. 1* показаны следы схода лавин 1946 (1954) и 1987 годов (аэрофото-

снимки 1957 и 1988 гг.). На укрупненном фрагменте (в) – современная ситуация с объектами поляны Чегет, находящимися в зоне поражения лавинами. Тот факт, что большая часть поляны заросла лесом, совсем не говорит о том, что эта территория не может быть поражена лавинами снова.

Площадь поражения лавинами 1946 и 1954 гг. на левом берегу р. Донгуз-Орунбаксан составляет 15 га. Подобные катастрофические лавины хотя и редки, но вероятны. Этому может способствовать сокращение ледников, приводящее к изменению продольного профиля пути схода лавин и увеличению объемов накопления снега в очагах, как отмечено в работах [2, 10].

По результатам работ [5, 13, 14] сделан вывод о том, что видимые признаки готовящегося обрушения части ледника Когутай в настоящее время отсутствуют. Трещина на леднике на месте перегиба склона, охарактеризованная как предвестник обвала льда и лавины в работе [1], по данным анализа космоснимков появляется регулярно и не сопровождается обвалами [5]. Сравнение старых фотографий 1884, 1932, 1942 и аэрофотоснимка 1957 г. показало, что деградация ледника Когутай происходила без резких исчезновений каких-либо участков ледника, что свидетельствовало бы о крупном обвале льда [13] и развитии рисков формирования ледяных лавин [14].

Примеры катастрофических лавин, сходящих с горы Чегет, показывают, что лавинами уничтожается даже 300-летний лес (лавина в 2001 г. [10]). Следовательно, безопасность сотен людей, отдыхающих и работающих на данной территории, большого количества объектов инфраструктуры (гостиницы, посетители рынка, рестораны, магазины и др.) под угрозой схода разрушительных лавин. Риски разрушений велики, реальной инженерной защиты от возможного схода снежных лавин – нет. Предупредительный спуск лавин, осуществляемый подразделениями Северо-Кавказской военизированной службы Росгидромета по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы, не гарантирует защиту объектов от разрушений. Как отмечено в [9], возникают значительные сложности эвакуации большого количества людей в лавиноопасный период.

Поляна Нарзанов

На поляне Нарзанов расположено меньше объектов, чем на поляне Чегет (*рис. 2, в*). То, что поляна Нарзанов находится под угрозой воздействия катастрофической лавины, показывает сравнение разновременных снимков (*рис. 2 а, б*).

На аэрофотоснимке 1978 г. видно, что следы схода лавины представляют собой довольно узкую полосу вдоль русла реки. Существующие постройки в то время находились вне зоны поражения этой лавиной. Но в 1987 г. сошла лавина, которая уничтожила лес на полосе шириной 150 м и разрушила все объекты на поляне.

В настоящее время поляна Нарзанов застроена

уже значительно больше, чем до схода лавины в 1987 г. (рис. 2в).

Поляна Азау и другие объекты в долине р. Азау

Эльбрусская учебно-научная база имени профессора Г.К. Тушинского основана в 1957 г. на поляне Азау. 31 января 1993 г. на склоне над поляной Азау сошла лавина, которая разрушила трехэтажное здание общежития для студентов на территории Эльбрусской базы МГУ и привела к гибели четырех человек (рис. 3).

До возведения зданий базы МГУ на этом месте отсутствовал лес, что свидетельствовало о прошлых сходах лавин. Сходы лавин, отмеченные на рис. 3а), подтверждают это. Гостиницы «Балкария» (в настоящее время защищена бетонной стенкой) и

«Вершина» были повреждены, как и автомобили на стоянке [11]. В настоящее время защита от лавин поляны Азау осуществляется предотвращением их схода в результате застройки склонов снегоудерживающими сооружениями. Но это не гарантирует предотвращения схода лавин на участок поляны Азау, как показала лавина 24 марта 2018 г., вышедшая на автостоянку (обозначение 3 на рис. 3а, рис. 4а). Очаги этой мокрой лавины объемом отложенной массы около 15 тыс. м³ были расположены на участках склона, незастроенных снегоудерживающими сооружениями. С этих участков сошли лавины и повредили барьеры, расположенные ниже по склону. В настоящее время на площадке, куда сошла лавина, планируется размещение торгово-парковочного комплекса (рис. 4б).

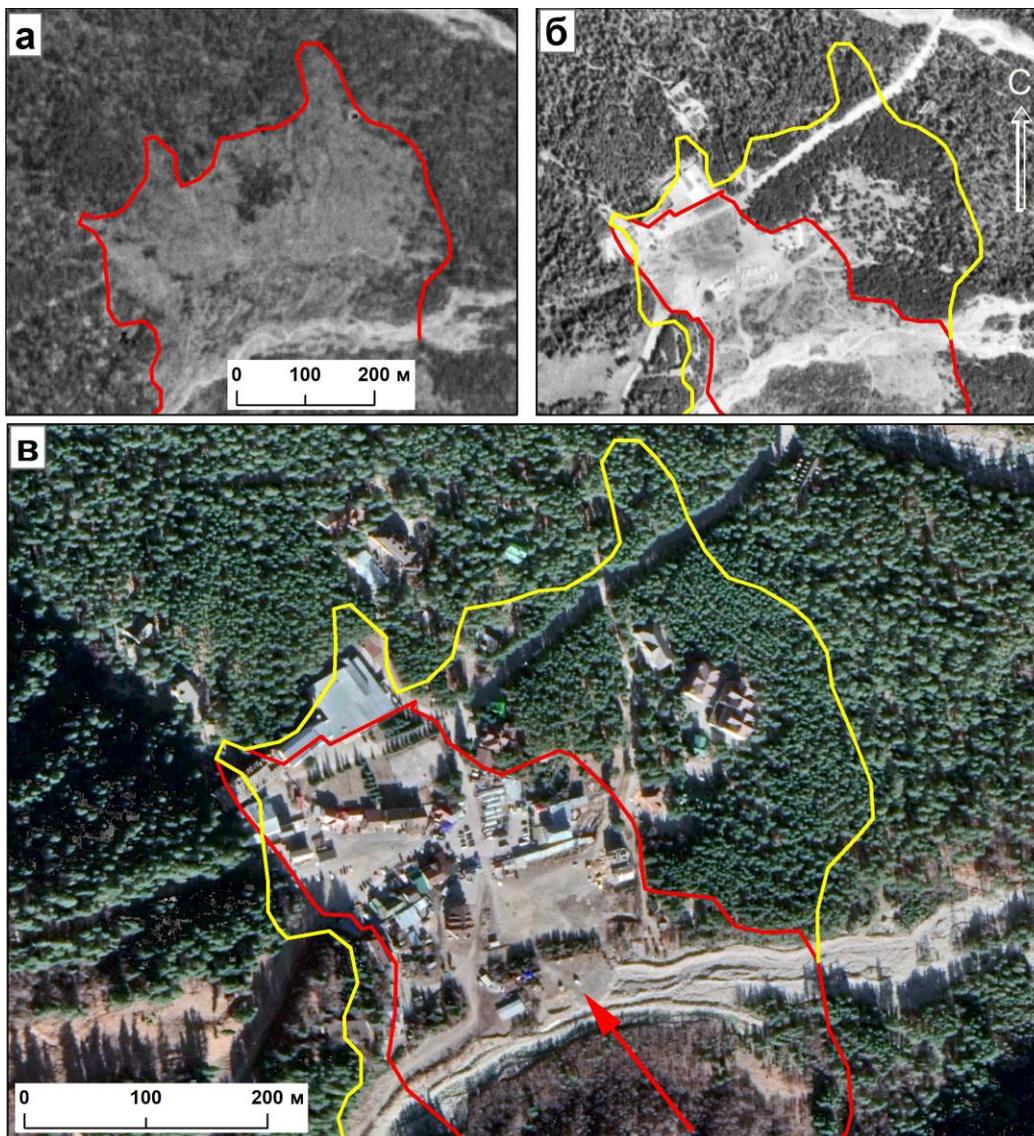


Рис. 1. Поляна Чегет на разновременных снимках и границы зоны поражения лавинами: а – аэрофотоснимок 1957 г., б – аэрофотоснимок 1988 г., в – космоснимок 14.11.2020 (GoogleEarth). На фрагментах «б» и «в» красные линии – границы зоны поражения лавиной в 1987 г., желтые линии – границы зоны поражения лавиной в 1946 (1954) г. Стрелкой показано направление движения лавины 1987 г.

Как отмечено в работе [3], в первые годы после установки снегоудерживающих сооружений с этого склона сходили лавины. Таким образом, и в настоящее время, как и в 2018 г., по-прежнему ненадлежащее состояние этих сооружений не гарантирует защиту от лавин расположенного ниже участка (рис. 5) [9].

По данным работы [6] и работы [8], на рис. 6 проведены границы зон поражения катастрофическими лавинами участка в долине р. Азау, где возводится парковка. Для защиты участка долины р. Азау были возведены земляная противолавинная дамба протяженностью свыше 600 м (рис. 6, обозначение 2), а также лавинотормозящие сооружения в виде пирамидок (рис. 6, обозначение 3). Как отмечено в работе [4], эти сооружения справились с задачей в малоснежные годы.

По проектным условиям дамба должна защищать территорию ниже их расположения и аккумулировать весь снег сходящих лавин. Именно так происходит в течение относительно длительного периода времени. Но в отдельные годы сходят такие лавины, которые выходят за пределы дамбы и производят разрушения с человеческими жертвами.

Такой случай произошел 18 февраля 2016 г. в г. Кировске. Пострадали люди в двух жилых домах № 14 и № 16 на улице Комсомольской из-за разбитых снеговоздушной волной стекол в окнах на втором и третьем этажах. Под лавиной погибло три человека.

По мнению специалистов противолавинной службы [9], от катастрофических лавин эти дамбы защитить не смогут, вследствие того что пазуха (желоб) этой дамбы в сезон может быть заполнена несколькими обычными лавинами. Возможная большая лавина на высокой ско-

рости перелетит через дамбу, даже если ее пазуха не до верха будет заполнена снегом и породами. В этом случае дамба будет лишь трамплином для лавины. Территория ниже дамбы может быть поражена воздушной волной.

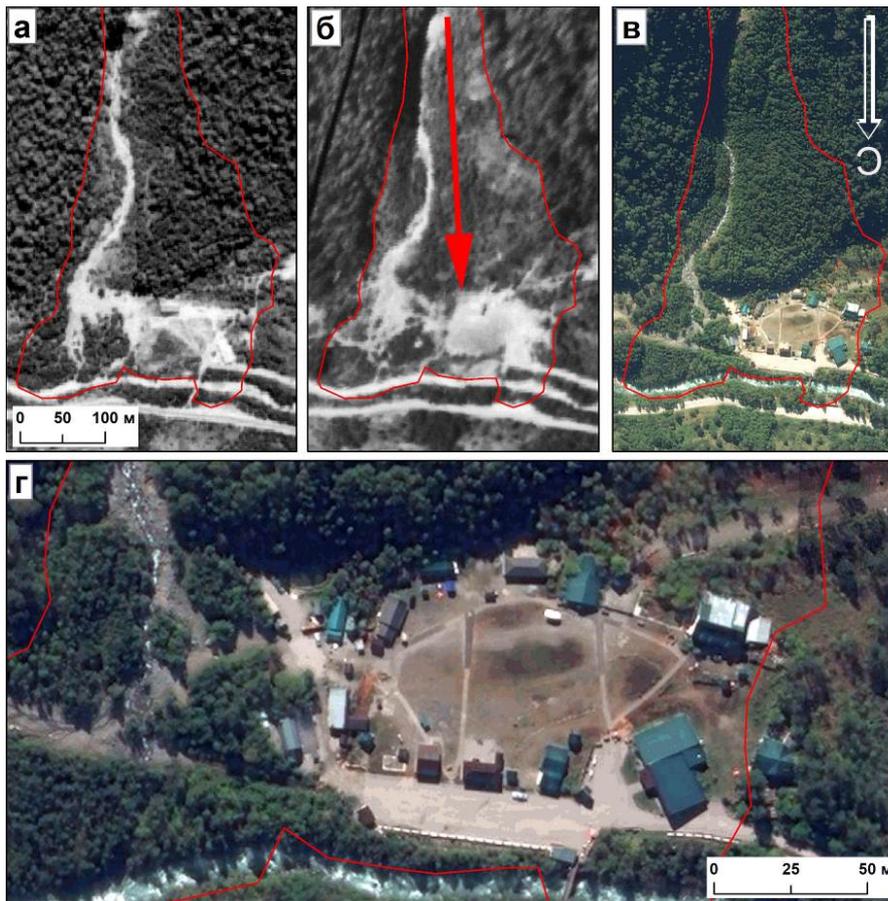


Рис. 2. Поляна Нарзанов на разновременных снимках и границы зоны поражения лавинами:

а – аэрофотоснимок 1978 г., б – аэрофотоснимок 1988 г., в – космоснимок 31 08 2019 г. (Bing Maps), г – укрупненный фрагмент космоснимка 31 08 2019 г.

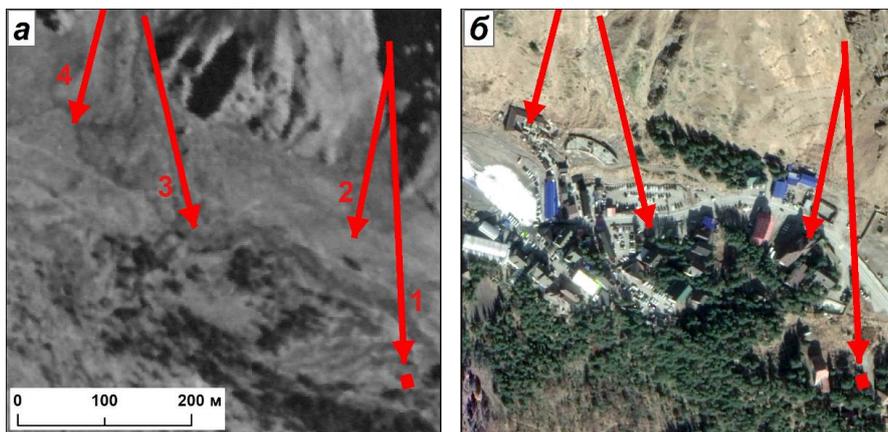


Рис. 3. Лавины на поляне Азау:

а – аэрофотоснимок 1957 г. (1 – лавина 1993 г., красный значок показывает место разрушенного здания, 2 – лавина 2007 г. на гостиницу «Балкария», 3 – лавина на автостоянку 2018 г., 4 – лавина на гостиницу «Вершина» 2010 г.), б – космоснимок 14.11.2020 (Google Earth)

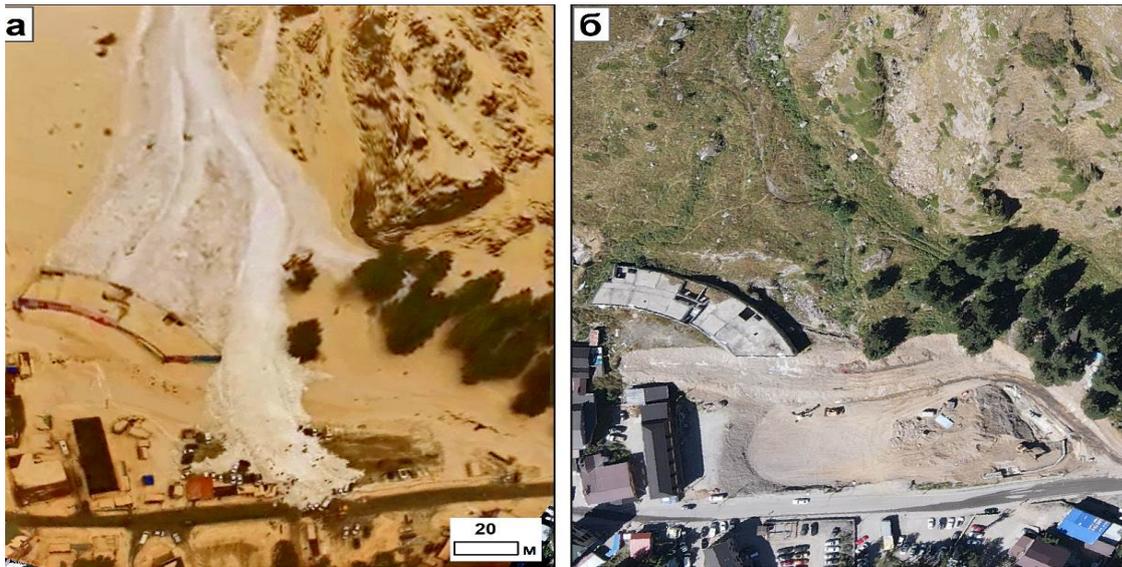


Рис. 4. Участок схода лавины на автостоянку на поляне Азау 24.03.2018:
 а – кадр видео с дрона (<https://www.youtube.com/watch?v=W4KGtGLrW3k>, Dr. kazandtip), б – ортофотоплан по данным аэрофотосъемки с применением БПЛА 30.08.2022 г. (оператор А.Р. Акаев)

Участок поражения лавиной в поселке Домбай

Не лучшим образом обстоят дела и на других участках рекреационных зон Кавказа, например, в поселке Домбай Карачаево-Черкесской республики.

В работе [12] приводятся сведения о «Кладбищенской» лавине 1956 г., которая разрушила кладбище альпинистов, уничтожила лес на склоне в полосе шириной до 130 м (рис. 4а) и на конусе выноса шириной до 300 м повредила постройки альплагеря «Домбай» на левом берегу р. Аманауз.

В настоящее время лавиноопасный участок в поселке Домбай застроен весьма плотно. Более подробно объекты под угрозой лавины показаны на рис. 7в. Многочисленные гостиницы не защищены инженерными сооружениями и находятся под угрозой разрушения лавинами. Для их защиты предложены и осуществляются работы по предупредительному спуску лавин. Вместе с тем риски все же высоки. Так, в 2021 г., несмотря на проводимые работы, под лавиной погиб человек, причинен материальный ущерб объектам экономики.



Рис. 5. Снегоудерживающие сооружения, пришедшие в негодность (фото с квадрокоптера 30.08.2022 г.)

На другом лавиноопасном участке в долине р. Азау проводятся работы по организации парковки на 800 машиномест (рис. 6, обозначение 1).

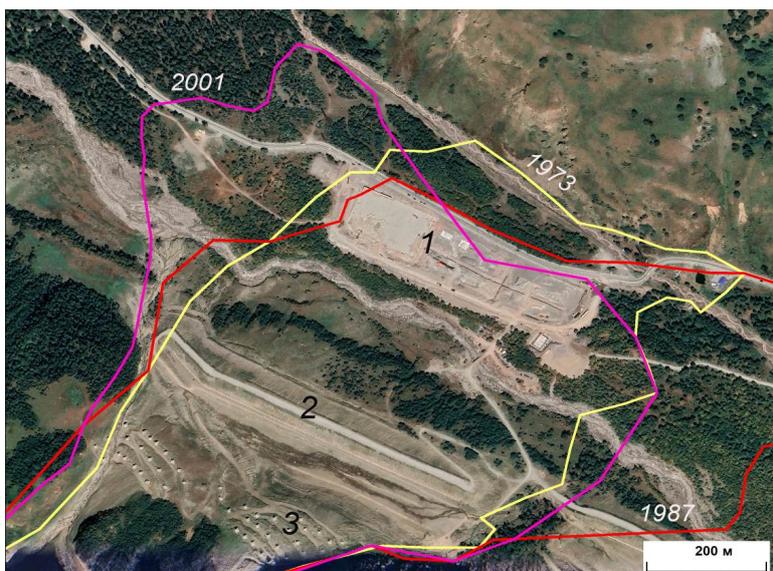
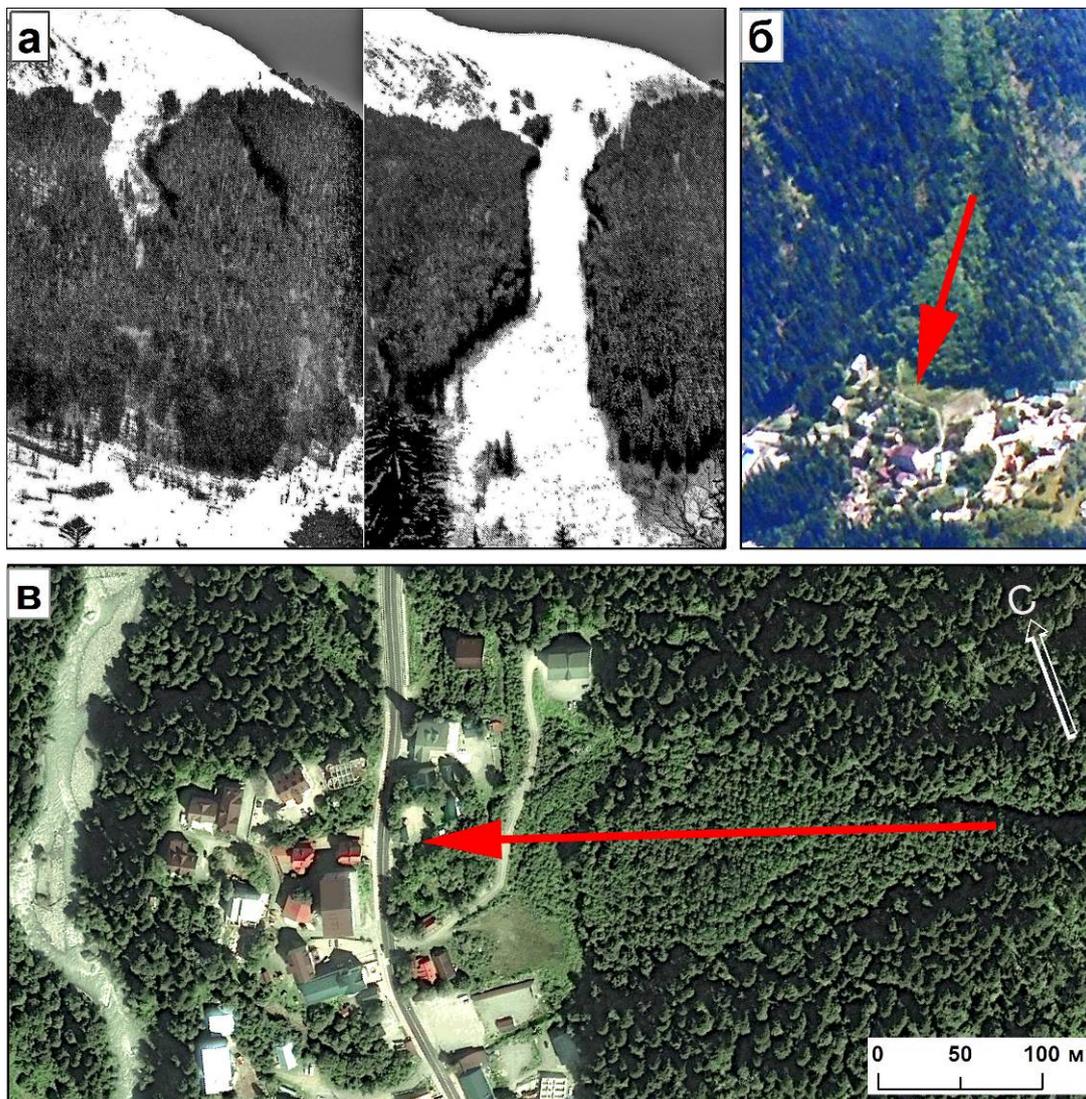


Рис. 6. Зоны поражения катастрофическими лавинами с горы Чегет участка долины р. Азау с размещенной парковкой:
 1 – участок парковки, 2 – противолавинная дамба, 3 – лавинотормозящие сооружения. Желтые линии – зона поражения лавиной 1973 г., красные линии – зона поражения лавиной 1987 г., сиреневые линии – зона поражения лавиной 2001 г. Космоснимок GoogleEarth 28.08.2022

Рис. 7. Объекты, находящиеся под угрозой «Кладбищенской» лавины на территории курортного поселка Домбай:
 а – фотографии П.А. Утякова до и после лавины 4 февраля 1956 г. [12], б – фото М.Д. Докукина с вертолёта 2013 г., в – космоснимок 30.08.2016 WorldView-3 (YandexMaps)



ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Развитие рекреации в горных районах неизбежно сталкивается с проблемой оценки рисков воздействия разрушительных склоновых и русловых процессов. Снежными лавинами поражается значительная площадь днищ долин в горах. Все труднее найти безопасные и удобные места для постройки объектов на протяжении нескольких километров. Иногда даже при изучении территории и проведении изысканий происходит недооценка опасности. Следствием этого являются лавинные катастрофы с человеческими жертвами. В результате схода лавины на территории Баксанской нейтринной обсерватории 13 марта 2006 г. погибли трое сотрудников военизированной горноспасательной части, которые находились на дежурстве в здании ВГСЧ, и было разрушено 3 здания [11].

В 2009 г. лавиной была разрушена гляциологическая станция МГУ в долине р. Адылсу (рис. 8).

От лавины при этом никто не пострадал, так как на станции людей не было. Специалисты МГУ, в рядах которых есть профессионалы лавиноведения, для постройки станции выбрали место, на которое, как оказалось, могут сходить лавины. Станция существовала более 30 лет, и все эти годы больших лавин не было. В настоящее время станция расположена на другом месте западнее участка разрушений.

20 февраля 2023 г. лавина снесла коммунальный мост и повредила водопровод и газопровод в районе санно-бобслейной трассы Центра санного спорта «Санки» курорта Красная Поляна.

Приведенные выше примеры разрушений объектов лавинами показывают, насколько сложно предвидеть сход редких (спорадических лавин) и выбрать безопасное место для постройки.

Лавинные процессы настолько сложны, что порой невозможно предположить, что возводимые дорогостоящие сооружения на основе сложных расчетов с использованием современных технологий могут не

выполнить свою защитную функцию. Но, к сожалению, так тоже случается.

ВЫВОДЫ

Выбрать безопасное место для постройки объекта в горах – значит минимизировать лавинные риски и предотвратить возможные негативные последствия от воздействия лавин. Для этого необходимо совершенствовать методы оценки уровней лавинной опасности, уровней возможных деформационно-силовых воздействий на окружающую среду и сооружения, надежности защитных сооружений и уязвимости объектов экономики.

Для более успешного решения обозначенных проблем необходимо использовать математическое моделирование и современные методы расчета лавин, а также анализ разновременных космических снимков и аэрофотоснимков для определения границ зоны поражения лавинами, учитывать опыт лавинных катастроф прошлого.

Объекты, находящиеся в настоящее время под защитой противолавинных дамб, галерей, снегоудерживающих барьеров и других защитных и регулирующих специальных сооружений, вследствие объективных причин, таких как изменение климата, усиление лавинной активности, увеличение масштабов явлений, из-за несовершенства оценки рисков и результатов инженерных изысканий, условий эксплуатации, методов деформационно-прочностных расчетов могут не обеспечить их необходимую надежность или быть повреждены и разрушены.

С целью минимизации возможного ущерба и снижения рисков для объектов, находящихся в лавиноопасной зоне, необходимо совершенствование методов мониторинга и текущей оценки состояния всех систем с возможностью принятия оперативных управленческих решений и возможных дополнительных мер защиты.

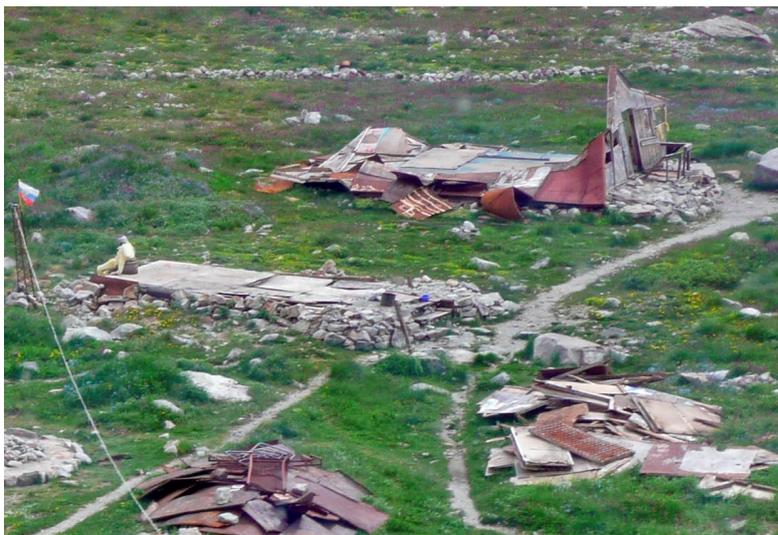


Рис. 8. Развалины построек гляциологической станции МГУ в долине р. Джанкуат (фото М.Д. Докукина 23.07.2009.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Алейников А.А., Володичева Н.А., Олейников А.Д., Петраков Д.А. Ледниковая и лавинная опасности рекреационного комплекса Чегетская поляна в Приэльбрусье // *Лед и снег*. 2011. № 2 (114). С. 45–52.
2. Володичева Н.А., Олейников А.Д. Снежные лавины ледникового массива Эльбруса // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2008. № 6. С. 39–44.
3. Володичева Н.Н. Опыт применения противолавинных сооружений в Приэльбрусье // *Лед и снег*. 2012. № 3 (119). С. 109–112.
4. Володичева Н.А., Олейников А.Д., Володичева Н.Н. Катастрофические лавины и методы борьбы с ними // *Лед и снег*. 2014. № 4 (128). С. 63–71.
5. Докукин М.Д., Беккиев М.Ю., Калов Х.М., Калов Р.Х. Результаты мониторинга обвалов льда с использованием аэрокосмической и наземной информации // *Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук*. 2020. Т. 20. № 3. С. 60–68.
6. Золотарёв Е.А. Эволюция оледенения Эльбруса. Картографо-аэрокосмические технологии гляциологического мониторинга. – М.: Научный мир, 2009. 238 с.
7. Керимов А.М., Хутуев А.М. Изменение лавинной опасности Приэльбрусья в связи с интенсивным освоением в последние 60 лет // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2015. № 6 (68). С. 240–247.
8. Мискарова Р.Г., Докукин М.Д., Остапцов О.В. Применение разновременной аэрокосмической информации для оценки лавинной активности и опасности (Центральный Кавказ) // *Вестник Владикавказского научного центра*. 2021. Т. 21. № 4. С. 42–51.
9. Начальник Северокавказской воензированной службы Росгидромета Х. Чочаев: "Защита от лавин должна включать системный мониторинг погоды, ответственные решения и быстрые действия". 2018. URL: <https://www.interfax-russia.ru/south-and-north-caucasus/exclusives/nachalnik-severo-kavkazskoy-voenizirovannoy-sluzhby-rosgidrometa-b-h-chochaev-b-zashchita-ot-lavin-dolzha-vklyuchat-sistemnyy-monitoring-pogody-otvetstvennye-resheniya-i-bystrye-deystviya>
10. Олейников А.Д. Снежные лавины из ледниковых каров в условиях быстро меняющегося климата // *Лед и снег*. 2011. № 3 (115). С. 79–84.
11. Остапцов О.В. Говорят лавины Приэльбрусья. Аргументы в фотографиях. – Нальчик: Тетраграф, 2018. 136 с.
12. Остапцов О.В. Лавины Домбая. Аргументы в фотографиях. – Нальчик: Тетраграф, 2022. 140 с.
13. Dokukin M.D., Kalov R.Kh. Integrated assessment of exogenic processes potential threat to facilities located on the territory of recreation centre "PolyanaCheget" (Elbrus region, Caucasus) // *Materials Science Forum*. 2018. Vol. 931. PP. 1057–1062.
14. Dokukin M.D., Bekkiev M.Yu., Kalov Kh.M., Kalov R.H. Monitoring of ice avalanche using aerospace and ground information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" (CATPID-2020). 2020. A. 052040.

REFERENCES

1. Alejnikov A.A., Volodicheva N.A., Olejnikov A.D., Petrakov D.A. Lednikovaya i lavinnaya opasnosti rekreacionnogo kompleksa Chegetskaia polyana v Prie'l'brus'e // *Led i sneg*. 2011. № 2 (114). S. 45–52.
2. Volodicheva N.A., Olejnikov A.D. Snezhny'e laviny lednikovogo massiva E'l'brusa // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. 2008. № 6. S. 39–44.
3. Volodicheva N.N. Opy't primeneniya protivolavinny'x sooruzhenij v Prie'l'brus'e // *Led i sneg*. 2012. № 3 (119). S. 109–112.
4. Volodicheva N.A., Olejnikov A.D., Volodicheva N.N. Katastroficheskie laviny i metody bor'by s nimi // *Led i sneg*. 2014. № 4 (128). S. 63–71.
5. Dokukin M.D., Bekkiev M.Yu., Kalov X.M., Kalov R.X. Rezul'taty monitoringa obvalov l'da s ispol'zovaniem ae'rokosmicheskoy i nazemnoj informacii // *Doklady Ady'gskoj (Cherkesskoj) Mezhdunarodnoj akademii nauk*. 2020. T. 20. № 3. S. 60–68.
6. Zolotaryov E.A. E'volyciya oledneniya E'l'brusa. Kartografo-ae'rokosmicheskie texnologii glyciologicheskogo monitoringa. – M.: Nauchny'j mir, 2009. 238 s.
7. Kerimov A.M., Xutuev A.M. Izmenenie lavinnoj opasnosti Prie'l'brus'ya v svyazi s intensivny'm osvoeniem v poslednie 60 let // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN*. 2015. № 6 (68). S. 240–247.
8. Miskarova R.G., Dokukin M.D., Ostapczov O.V. Primenenie raznovremennoj ae'rokosmicheskoy informacii dlya ocenki lavinnoj aktivnosti i opasnosti (Central'ny'j Kavkaz) // *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra*. 2021. T. 21. № 4. S. 42–51.
9. Nachal'nik Severokavkazskoj voenizirovannoj sluzhby Rosgidrometa X. Chochaev: "Zashchita ot lavin dolzhna vklyuchat sistemny'j monitoring pogody, otvetstvennye resheniya i by'strye dejstviya". 2018. URL: <https://www.interfax-russia.ru/south-and-north-caucasus/exclusives/nachalnik-severo-kavkazskoy-voenizirovannoy-sluzhby-rosgidrometa-b-h-chochaev-b-zashchita-ot-lavin-dolzha-vklyuchat-sistemnyy-monitoring-pogody-otvetstvennye-resheniya-i-bystrye-deystviya>
10. Olejnikov A.D. Snezhny'e laviny iz lednikovyx karov v usloviyax by'stro menyayushhegosya klimata // *Led i sneg*. 2011. № 3 (115). S. 79–84.
11. Ostapczov O.V. Govoryat laviny Prie'l'brus'ya. Argumenty v fotografiyax. – Nal'chik: Tetragraf, 2018. 136 s.
12. Ostapczov O.V. Laviny Dombaya. Argumenty v fotografiyax. – Nal'chik: Tetragraf, 2022. 140 s.
13. Dokukin M.D., Kalov R.Kh. Integrated assessment of exogenic processes potential threat to facilities located on the territory of recreation centre "PolyanaCheget" (Elbrus region, Caucasus) // *Materials Science Forum*. 2018. Vol. 931. PP. 1057–1062.
14. Dokukin M.D., Bekkiev M.Yu., Kalov Kh.M., Kalov R.H. Monitoring of ice avalanche using aerospace and ground information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" (CATPID-2020). 2020. A. 052040.