

УДК 551.578.48

DOI 10.17513/use.38261

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ЗАРОЖДЕНИЯ ЛАВИН НА ВСЕСЕЗОННОМ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОМ КОМПЛЕКСЕ «МАМИСОН»

<sup>1</sup>Кондратьева Н.В., <sup>2</sup>Шагин С.И., <sup>1</sup>Калов Р.О., <sup>1</sup>Кереева З.М.

<sup>1</sup>ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Нальчик,  
e-mail: zknyaz-kbsy@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет  
имени Х.М. Бербекова», Нальчик

Мамисонское ущелье в Северной Осетии расположилось на самом юге республики. Сегодня в Мамисоне при активной поддержке руководства республики создается круглогодичный горнолыжный всероссийский туристско-рекреационный комплекс (ВТРК «Мамисон»). Площадь ВТРК «Мамисон» составляет более 7000 га, высота меняется от 1800 до 3000 м над уровнем моря. Территория является зоной повышенного риска из-за лавинно-селевых процессов. Работа посвящена выявлению лавинных очагов на территории расположения ВТРК «Мамисон» на основе проведенных авторами полевых исследований, анализа архивных и опубликованных материалов по району исследования, дешифрирования космических снимков высокого разрешения из сервиса SASPlanet. Обнаружено большое число участков с формами рельефа, указывающими на движение лавин и их рельефообразующую деятельность: обломочные конусы, гряды обломочного материала, лавинные бугры, ямы выбивания в виде углублений, вытянутых вдоль склона. Повторяемость схода лавин данного района составляет от 0,1 до 1 лавины в год. Выявлено, что на территории курорта «Мамисон» преобладает основной рельеф лавиносборов, он составляет 56% от общего числа, лотковый – 44%. Высота зарождения лавин (лавиновый очаг) меняется от 3672 до 2117 м. Запланированы этапы освоения территории ВТРК «Мамисон» по концепции «Корректировка проекта планировки территории, проекта межевания территории, разработка плана обустройства и соответствующего материально-технического оснащения, разработка интерактивной информационной 3D-модели особой экономической зоны туристско-рекреационного типа в границах муниципального образования Алагирский район Республики Северная Осетия – Алания (ВТРК «Мамисон») и прилегающей к ней территории. Том 1. Концепция проекта планировки», разработанной ГАО «Институт генплана Москвы» в 2022 г. Построены карты зон зарождения лавин.

**Ключевые слова:** лавины, лавиносбор, лавинные очаги, космоснимок, карта, морфометрия

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ. Соглашение № 23-17-20001.*

## DETERMINATION OF AVALANCHE GENESIS ZONES AT THE ALL-SEASON TOURIST AND RECREATIONAL COMPLEX «MAMISON»

<sup>1</sup>Kondrateva N.V., <sup>2</sup>Shagin S.I., <sup>1</sup>Calov R.O., <sup>1</sup>Kerefova Z.M.

<sup>1</sup>High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, e-mail: zknyaz-kbsy@mail.ru;

<sup>2</sup>Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik

The Mamison gorge in North Ossetia is located in the very south of the Republic. Today, in Mamison, with the active support of the leadership of the republic, a year-round ski all-Russian tourist and recreational complex (VTRC "Mamison") is being created. The area of the Mamison VTRC is more than 7000 hectares, the altitude varies from 1800 to 3000 m above sea level. The territory is a high-risk zone due to avalanche and mudflow processes. The work is devoted to identifying avalanche sources in the territory of the Mamison VTRC based on field research conducted by the authors, analysis of archival and published materials in the study area, and interpretation of high-resolution satellite images from the SASPlanet service. A large number of areas with relief forms were discovered that indicate the movement of avalanches and their relief-forming activity: debris cones, ridges of debris material, avalanche mounds, knockout pits in the form of depressions stretched along the slope. The frequency of avalanches in this area ranges from 0.1 to 1 avalanche per year. It was revealed that on the territory of the Mamison resort the main relief of avalanche collections predominates, it makes up 56% of the total, and flume – 44%. The height of avalanche origin (avalanche source) varies from 3672 m to 2117 m. The stages of development of the territory of the Mamison VTRC are determined according to the Development Concept and shown on the map.

**Keywords:** avalanches, avalanche collection, avalanche sources, satellite imagery, map, morphometry

*The work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation. Agreement No. 23-17-20001.*

В соответствии с Федеральной целевой программой по развитию курортов Северного Кавказа Правительство РФ заявило о намерении в течение ближайших лет построить на территории региона пять

современных горнолыжных курортов европейского класса. Строительство комплексов уже ведется, в том числе в Алагирском районе Республики Северная Осетия – Алания, в ущелье р. Мамихдон (Всесезонный ту-

ристско-рекреационный комплекс (ВТРК «Мамисон»).

Комплекс расположился на высоте почти 3 км и объединяет два туристических поселка Зруг и Козиком. Основные направления туристического использования: в зимнее время – горнолыжный курорт, в летнее – экологический, горный туризм, познавательный туризм на основе многочисленных объектов культурного наследия. Таким образом, на рассматриваемой территории необходимо создать все условия для безопасного отдыха людей.

В ходе полевых обследований территории ВТРК «Мамисон» был использован квадрокоптер DJI Mavic Air 2S Fly More Combo. Это позволило создать 3D-модели лавинных очагов. В сочетании с космическими снимками полученные данные позволили определить более точные границы зон зарождения. Задействованные ГИС-технологии (ArcGis 10.8.2), включающие компьютерное совмещение разновременных космических и фотоснимков, карты местности высокого разрешения дали возможность определить зоны транзита лавин.

Цель работы состоит в определении зон зарождения лавин на территории ВТРК «Мамисон». На территории курорта в значительной степени развиты различные опасные экзогенные процессы, в том числе лавины, которые могут угрожать отдыхаю-

щим. Это объясняет актуальность проблемы определения лавинной опасности рассматриваемой территории [1–3].

### Материалы и методы исследования

Архивные материалы свидетельствуют о наличии лавинной опасности на территории ВТРК «Мамисон» [4, 5].

Авторами было проведено полевое обследование территории ВТРК «Мамисон». Результаты маршрутных наблюдений в долинах р. Козыдон и Зедегондон (истоки р. Мамихдон), Мамихдон подтвердили наличие лавинной деятельности. Имеется большое количество участков с формами рельефа, свидетельствующими о движении лавин и их рельефообразующей деятельности, это обломочные конусы, гряды обломочного материала, лавинные бугры, ямы выбивания в виде углублений, вытянутых вдоль склона. Повторяемость схода лавин данного района составляет от 0,1 до 1 лавины в год [6, 7]. Все эти признаки являются свидетельством лавинопроявлений. На рис. 1, в качестве примера, представлены лавинные очаги территории ВТРК «Мамисон» в долине р. Мамихдон. Красной линией выделены зоны зарождения лавин (лавинные очаги), стрелкой показано направление схода лавин. По характеру движения лавин на рис. 1 представлены лотковые и осовные.



Рис. 1. Лавинные очаги территории ВТРК «Мамисон» в долине р. Мамихдон

### Результаты исследования и их обсуждение

*Распределение лавинных очагов по территории ВТРК «Мамисон».*

По результатам маршрутного обследования и анализа топографических карт и в соответствии с рекомендациями СП 428.1325800.2018 построена карта средних уклонов поверхности территории исследования (рис. 2).

На рисунке цветовой индикацией выделены уклоны рельефа в четырех градациях:

– темно-зеленые участки от  $0^\circ$  до  $20^\circ$ , на которых зарождение лавин невозможно. А в случае расположения их под склонами, на которых возможно образование лавин, это участки, на которых располагаются зоны отложения лавин;

– светло-зеленый – от  $20^\circ$  до  $25^\circ$  – склоны, на которых вероятность образования лавин крайне низка;

– оранжевый – от  $25^\circ$  до  $60^\circ$  – склоны, где образуются лавины;

– красный – более  $60^\circ$  – склоны, на которых снег не удерживается.

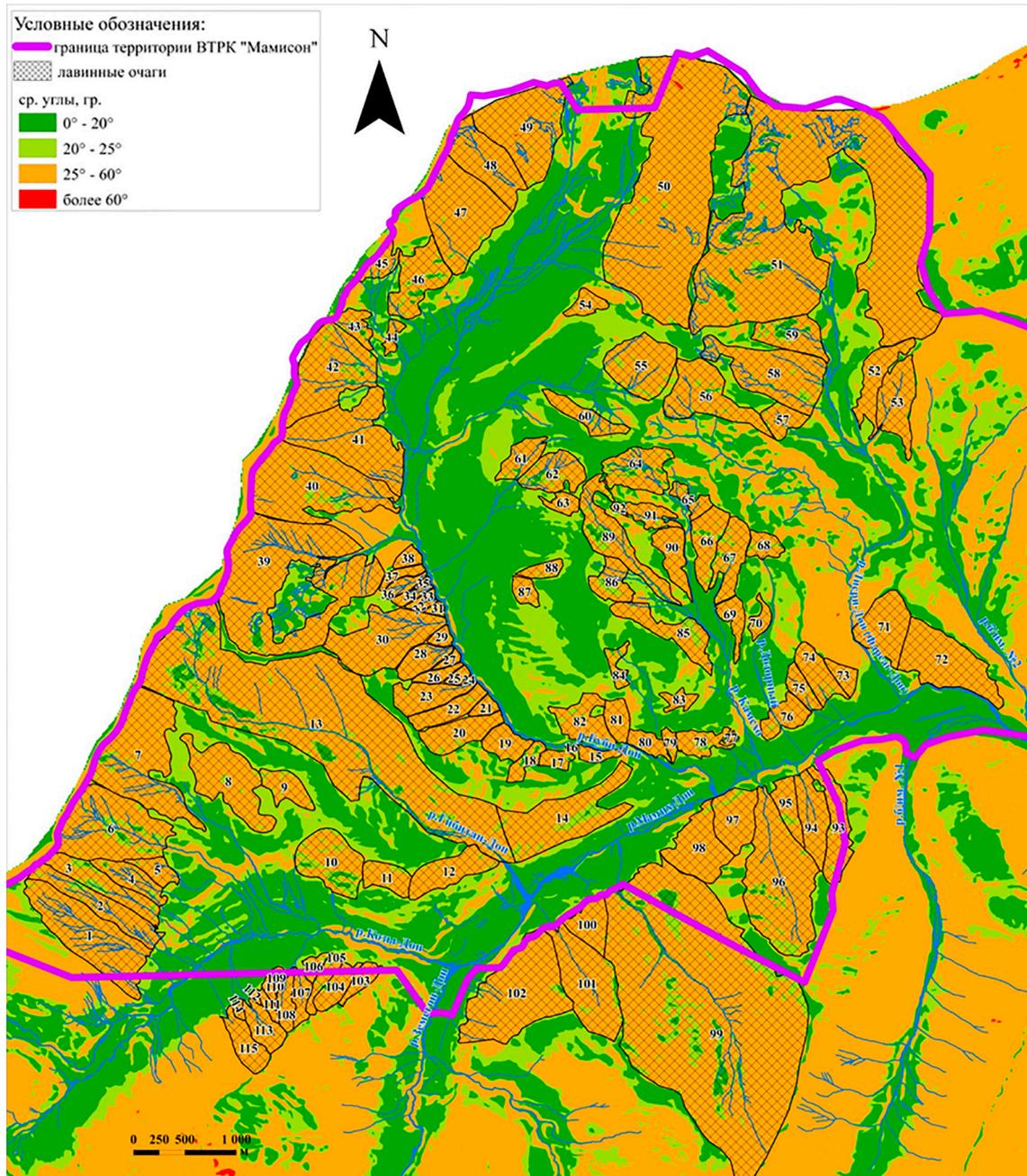


Рис. 2. Карта-схема уклонов поверхности территории исследования ВТРК «Мамисон»

Таким образом, в качестве вероятных зон зарождения лавин рассматривались все участки крутизной от 25° до 60°, которые входят в границы лавиносборов. На территории ВТРК «Мамисон» выделено 117 лавинных очагов (оранжевые, заштрихованные участки на рис. 2). Нумерация лавинных очагов авторская. На рисунке также показаны границы территории ВТРК (фиолетовая линия).

Как видно из рис. 2, наибольшее количество лавинных очагов сосредоточено по

правому борту р. Баби-Дон, где в среднем на 1 км приходится 3 очага.

На рис. 3 показаны зоны зарождения лавин на территории ВТРК «Мамисон» на космоснимке.

Так же определены типы лавин и морфометрические характеристики лавинных очагов: угол наклона зоны зарождения и транзита, площадь лавинного очага в горизонтальной проекции, высота отрыва лавины. Фрагмент полученных данных приведен в таблице.

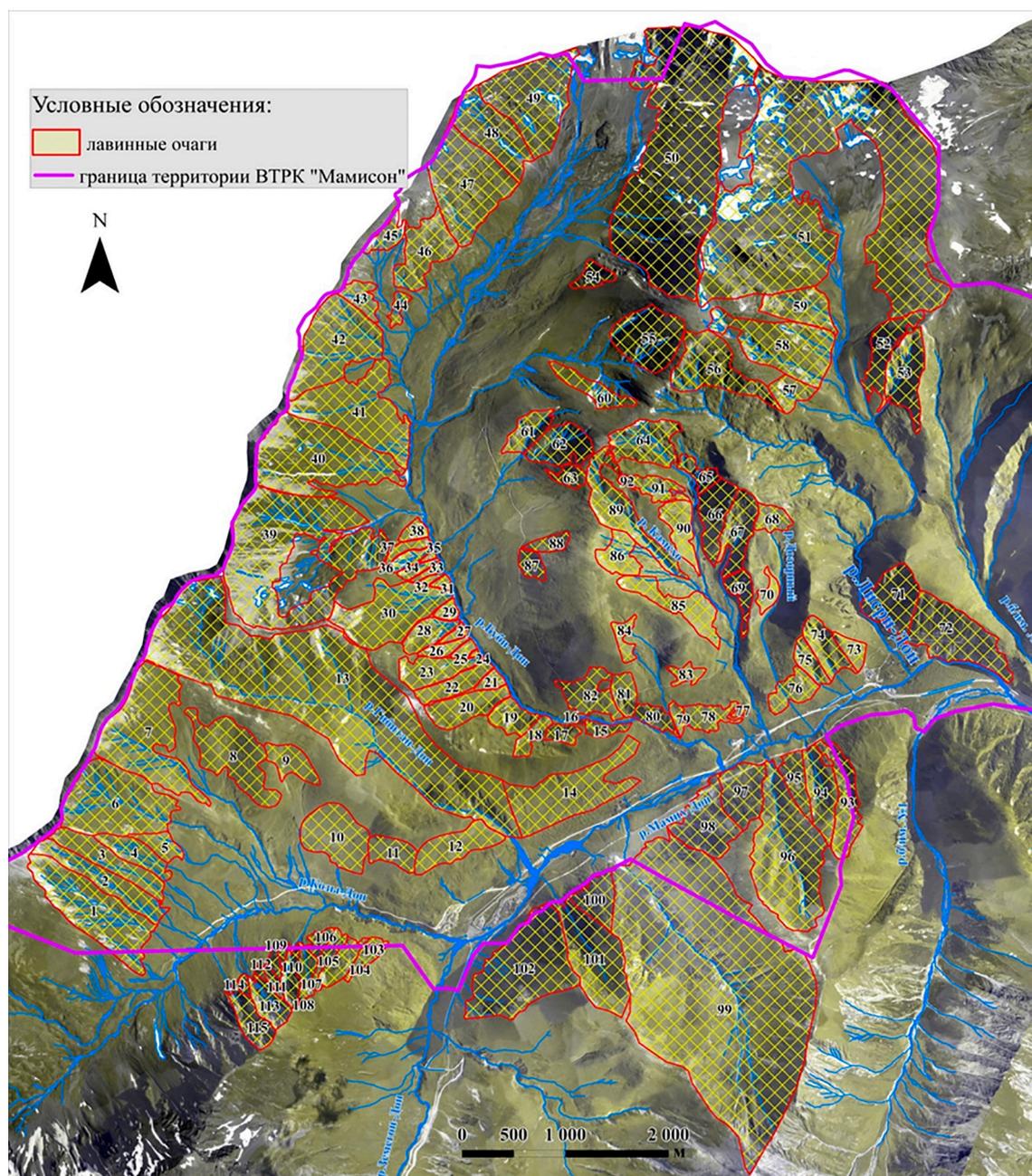


Рис. 3. Зоны зарождения лавин на территории ВТРК «Мамисон» на космоснимке

## Морфометрические характеристики лавинных очагов на территории ВТРК «Мамисон»

№ п/п	№ Лавинный очаг	Тип лавин	Угол наклона зоны зарож. и транзита, град.	F, площадь лавинного очага в горизонтальной проекции, м <sup>2</sup>	H <sub>отрыва</sub> , м
1	ЛО № 1	лотковая	28	494040	3164
2	ЛО № 2	лотковая	27	230883	3154
3	ЛО № 3	лотковая	27	1980369	3133
.....	.....	.....			
115	ЛО № 113	лотковая	35	95809	2782
116	ЛО № 114	осовная	37	14774	2533
117	ЛО № 115	лотковая	37	106777	2797

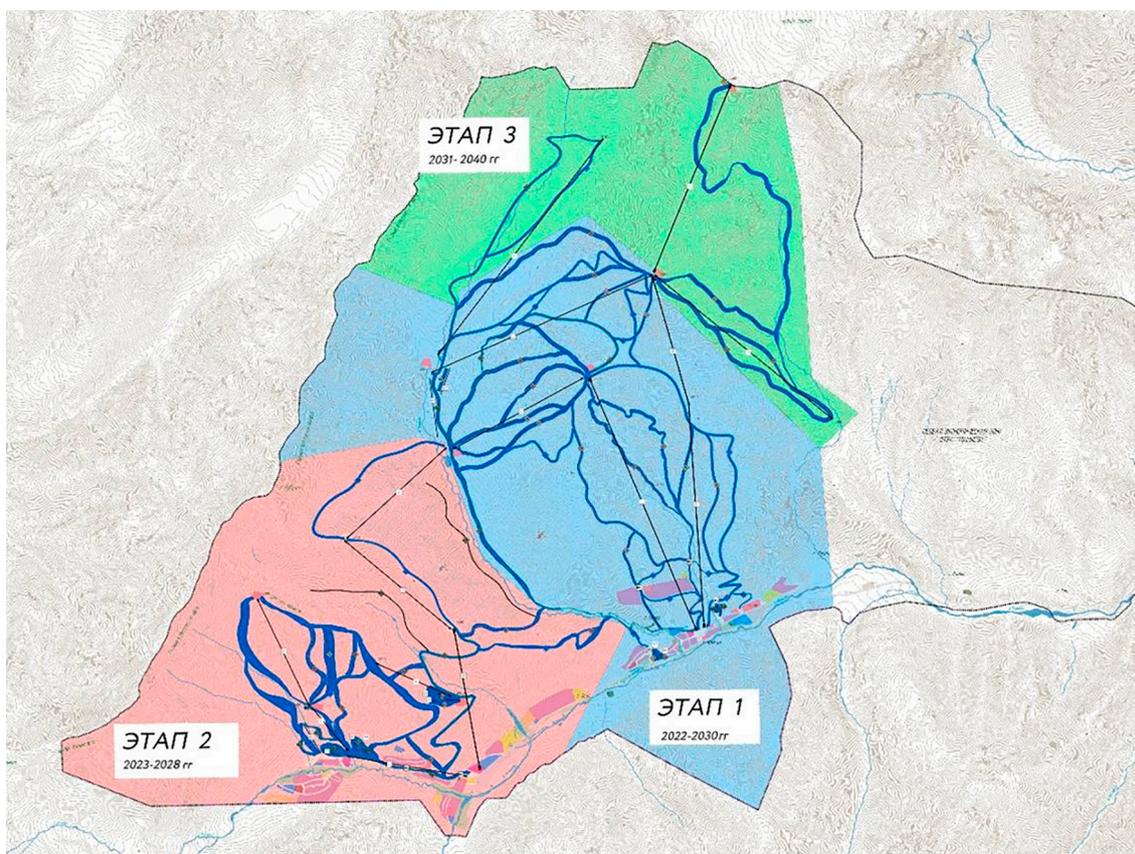


Рис. 4. Освоение по этапам территории ВТРК «Мамисон» по Концепции проекта планировки

Выявлено, что на территории курорта «Мамисон» преобладают осовный рельеф зон зарождения лавин, он составляет 56% от общего числа выделенных лавинных очагов. Лотковые лавины составляют 44%. Высота зарождения лавин меняется от 3672 до 2117 м. Площадь лавинных очагов в горизонтальной проекции лежит в диапазоне 3214124–2976 м<sup>2</sup> или 321,4–0,3 га. Угол наклона зоны зарождения и транзита варьирует от 41° до 25°.

Результаты выполненных полевых исследований и построенные карты зон зарождения лавин (рис. 1, 2) показывают, что значительная часть территории ВТРК «Мамисон» подвержена лавинной опасности.

Согласно документу «Корректировка проекта планировки территории, проекта межевания территории, разработка плана обустройства и соответствующего материально-технического оснащения, разработка интерактивной информационной

3D-модели особой экономической зоны туристско-рекреационного типа в границах муниципального образования Алагирский район Республики Северная Осетия – Алания (ВТРК «Мамисон») и прилегающей к ней территории. Том 1. Концепция проекта планировки», разработанному ГАУ «Институт генплана Москвы» в 2022 г. (далее – Концепция проекта планировки), запланировано три этапа освоения территории ВТРК «Мамисон»:

– этап 1 (2022–2030 гг.) включает развитие территории на левом берегу р. Мамихон на высотах от 2022 до 3160 м;

– этап 2 (2023–2028 гг.) предусматривает развитие территории в долинах р. Козыдон и Гибитандон на высотах от 2020 до 3010 м;

– этап 3 (2031–2040 гг.) предполагает развитие территории в непосредственной близости от ледника Зарамаг на высоте от 3160 до 3690 м.

На рис. 4 представлена общая схема этапности освоения территории, где показаны проектируемые и строящиеся канатные дороги (черные линии) и лыжные трассы (синие линии).

Сравнение рис. 1, 2 и 4 свидетельствует, что в зоне возможного воздействия лавин на всех трех этапах строительства могут находиться строящиеся и проектируемые объекты. В частности, опоры канатных дорог, станции канатных дорог, лыжные трассы и другие объекты рекреации. Поэтому проектирование и строительство объектов должно быть с учетом влияния лавин на них.

В дальнейшем в рамках выполнения гранта РНФ Соглашение № 23-17-20001 авторами планируется определить динамические характеристики лавин и их воздействия на рекреационные объекты территории ВТРК «Мамисон».

### Заключение

По итогам маршрутного обследования, анализа топографических карт с использованием ГИС-технологий построена карта средних уклонов поверхности территории ВТРК «Мамисон», что позволило выделить в районе исследования границы 117 лавин-

ных очагов (зоны зарождения лавин). Наибольшее количество лавинных очагов сосредоточено по правому борту р. Баби-Дон, где в среднем на 1 км приходится 3 очага.

Определены типы лавин и морфометрические характеристики лавинных очагов: угол наклона зоны зарождения и транзита, площадь лавинного очага в горизонтальной проекции, высота отрыва лавины. Выявлено, что на территории курорта «Мамисон» преобладает осовный рельеф зон зарождения лавин, он составляет 56% от общего числа выделенных лавинных очагов. Лотковые лавины составляют 44%. Высота зарождения лавин меняется от 3672 м до 2117 м. Площадь лавинных очагов в горизонтальной проекции лежит в диапазоне 3214124–2976 м<sup>2</sup> или 321,4–0,3 га. Угол наклона зоны зарождения и транзита варьирует от 41° до 25°.

Показано, что в зоне возможного воздействия лавин могут находиться строящиеся и проектируемые объекты. Поэтому проектирование и строительство объектов на территории ВТРК «Мамисон» должно быть с учетом влияния лавин на них.

### Список литературы

1. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Федченко Л.М., Узденова А.Б. Методика фонового прогноза лавинной опасности для территории горных районов Республики Ингушетия и Чеченской Республики // *ГеоРиск*. 2021. Т. 15, № 3. С. 50–63. DOI: 10.25296/1997-8669-2021-15-3-50-63.
2. Олейников А.Д., Володичева Н.А. Зимы лавинного максимума на Большом Кавказе за период инструментальных наблюдений (1968–2016 гг.) // *Лёд и снег*. 2020. Т. 60, № 4. С. 521–532. DOI: 10.31857/S2076673420040057.
3. Петрова Е.Г. Лавины как фактор аварийных ситуаций в техносфере // *Гидросфера. Опасные процессы и явления*. 2022. Т. 4, № 3. С. 255–266. DOI: 10.34753/HS.2022.4.3.255.
4. Корчагина Е.А., Гедуева М.М., Атаев З.В., Джаппуев Д.Р., Дроздов А.Л. Геоэкологические исследования на территории северного склона Большого Кавказа // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2021. № 2 (100). С. 126–138. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-126-138.
5. Кадастр лавин СССР. Л.: Гидрометеиздат. Т. 8. 1984, 1986, 1989.
6. Залиханов М.Ч. Снежно-лавинный режим и перспективы освоения гор Большого Кавказа. «Официальная и деловая Россия». М., 2014. 612 с.
7. Тавасиев Р.А. Ледники и каменные глетчеры Козьского ущелья // *Вестник Владикавказского научного центра РАН*. 2008. Т. 8, № 4. С. 63–68.