

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Proceedings
of the 7th International Conference

Chengdu, China, 23–27 September 2024



Edited by
S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva

Geomarketing LLC
Moscow
2024

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Труды
7-й Международной конференции

Чэнду, Китай, 23–27 сентября 2024 г.



Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева

ООО «Геомаркетинг»
Москва
2024

泥石流： 灾害、风险、预测、防治

會議記錄

第七届国际会议

中国成都, 2024年9月23日至27日



編輯者

S.S. Chernomorets, K. Hu, K. Viskhadzhieva

Geomarketing LLC

莫斯科

2024

УДК 551.311.8
ББК 26.823
С29

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 7th International Conference (Chengdu, China). – Ed. by S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva. – Moscow: Geomarketing LLC. 622 p.

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 7-й Международной конференции (Чэнду, Китай). – Отв. ред. С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева. – Москва: ООО «Геомаркетинг», 2024. 622 с.

泥石流：灾害、风险、预测、防治。 會議記錄 第七届国际会议. 中国成都。 編輯者 S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva. – 莫斯科: Geomarketing LLC. 622 p.

ISBN 978-5-6050369-6-8

Ответственные редакторы: С.С. Черноморец (МГУ имени М.В. Ломоносова), К. Ху (Институт горных опасностей и окружающей среды Китайской академии наук), К.С. Висхаджиева (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Edited by S.S. Chernomorets (Lomonosov Moscow State University), K. Hu (Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS), K.S. Viskhadzhieva (Lomonosov Moscow State University).

При создании логотипа конференции использован рисунок из книги С.М. Флейшмана «Селевые потоки» (Москва: Географгиз, 1951, с. 51).

Conference logo is based on a figure from S.M. Fleishman's book on Debris Flows (Moscow: Geografgiz, 1951, p. 51).

© Селевая ассоциация

© Debris Flow Association



Сели в долине реки Ихир (горный массив Шалбуздаг, Дагестан, Россия) и их взаимосвязь с оползнями

Е.А. Савернюк, О.В. Зеркаль, С.С. Черноморец

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, savernyuk@geogr.msu.ru

Аннотация. Анализ разновременных и разномасштабных космических снимков позволил выявить следы недавних крупных оползней на малопосещаемом и труднодоступном для полевого изучения в бассейне р. Ихир (Мазачай, Ахтычай, Самур) юго-западном склоне г. Шалбуздаг (Россия, Республика Дагестан, Ахтынский район). Проанализировано развитие оползневых и селевых процессов за более чем полувекской период, начиная с 1965 г. Приведены схемы развития оползней в бассейне р. Ихир. Сделан вывод о том, что оползневые процессы в привершинной части г. Шалбуздаг будут продолжаться в ближайшие 10 лет. Показано, что селевые потоки в бассейне реки Ихир возникают прежде всего в периоды сильной оползневой активности. Оползни-потоки проходят в долине на значительные расстояния по отложениям предыдущих событий.

Ключевые слова: селевой поток, оползень, Шалбуздаг, Дагестан

Ссылка для цитирования: Савернюк Е.А., Зеркаль О.В., Черноморец С.С. Сели в долине реки Ихир (горный массив Шалбуздаг, Дагестан, Россия) и их взаимосвязь с оползнями. В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 7-й Международной конференции (Чэнду, Китай). – Отв. ред. С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева. – М.: ООО «Геомаркетинг», 2024, с. 458–469.

Debris flows in the Ikhir River valley (Mt. Shalbuzdag, Dagestan, Russia) and their relationship with landslides

E.A. Savernyuk, O.V. Zerkal, S.S. Chernomorets

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, savernyuk@geogr.msu.ru

Abstract. Using the interpretation of multi-temporal and multi-scale satellite images, we identified traces of recent large landslides on the southwestern slope of Mount Shalbuzdag (Russia, Republic of Dagestan, Akhtyn region) in the Ikhir River basin (Mazachay, Akhtychay, Samur), which is rarely visited and difficult to access for field study. We analyzed the development of landslide and debris flow processes over a period of more than half a century, starting from 1965. This study presents a detailed analysis of landslide development in the Ikhir River basin. The findings indicate that the landslide processes observed in the upper part of Shalbuzdag will persist over the next 10 years. Moreover, the analysis reveals that debris flows in the Ikhir River basin have occurred particularly during periods of strong landslide activity. Landslide-flows traverse the valley for considerable distances along the sediments of previous events.

Key words: debris flow, landslide, Shalbuzdag, Dagestan

Cite this article: Savernyuk E.A., Zerkal O.V., Chernomorets S.S. Debris flows in the Ikhir River valley (Mt. Shalbuzdag, Dagestan, Russia) and their relationship with landslides. In: Chernomorets S.S., Hu K., Viskhadzhieva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 7th International Conference (Chengdu, China). Moscow: Geomarketing LLC, 2024, p. 458–469.



Введение

Горная часть Дагестана располагается в северо-восточной части Кавказской горной системы. Наиболее возвышенная территория горного Дагестана – Главный Кавказский хребет, который находится в его южной части. Годовое количество осадков вследствие высотной поясности, различной экспозиции склонов, а также близости Каспийского моря колеблется в значительных пределах, достигая в высокогорной части Дагестана 1000 мм/год и более. Выпадение интенсивных ливневых осадков нередко сопровождается формированием селей, которые зачастую могут носить катастрофический характер. Помимо селеобразования территория горного Дагестана характеризуется наличием благоприятных условий для интенсивного оползнеобразования, что предопределяется особенностями геоморфологических условий и геологического строения региона, а также его высокой сейсмичностью [Идрисов, 2013; Разумов, 2019]. При этом нередко процессы селе- и оползнеобразования находятся в тесной взаимосвязи, обуславливая каскадность в развитии опасных природных процессов.

В 2019 г. в Самурском национальном парке был образован горный кластер «Шалбуздаг» который расположился на северных склонах Главного Кавказского хребта и его отрогах, образующих Базардюзи-Шалбуздагское высокогорье. Южная граница кластера проходит по государственной границе России и Азербайджана. В кластер входят высокие горные массивы Восточного Кавказа – Базардюзи (4466 м), Ярыдаг (4116 м), Шалбуздаг (4142 м), Рагдан (4020 м) и Малкамуд (3880 м).

В связи с растущим потоком туристов встает вопрос об интенсивности проявлений различных процессов на территории кластера и в целом о возможных максимальных масштабах таких процессов как обвалы, оползни и сели. В настоящей работе приведены первые результаты исследования взаимосвязей и взаимовлияния обвальных, оползневых и селевых процессов в малоизученном бассейне р. Ихир на юго-западном склоне г. Шалбуздаг, как примера современной активизации оползневых и селевых явлений в обвальных отложениях.

Ранее проводившиеся исследования показали существенную селевую опасность северной долины р. Гуркам и бассейна р. Мазачай как бассейнов с преимущественно дождевым генезисом селей с расходами 5–50 м³/с и объемами выносимого твердого материала от первых до 10 тыс. м³ [Карта..., 2012; Кадастр..., 2015]. В упомянутых работах бассейн р. Ихир как часть и исток р. Мазачай не выделен как отдельный селевой бассейн. Это объясняется тем, что оползневые процессы и сели в этом бассейне начали только развиваться как раз в период проведения первых работ. Проявление процессов на юго-западном склоне в 1970–1980-е гг. не достигало тех масштабов, которые имеются в долине сейчас. В рамках проведенных исследований для рассматриваемой территории было проанализировано развитие оползневых и селевых процессов за 58-летний период, начиная с 1965 г. по 2023 г.

Природные, геоморфологические и геологические условия района г. Шалбуздаг

Располагающийся в области внутреннего сланцевого Дагестана, в юго-восточной горной части Кавказского региона (рис. 1а) массив г. Шалбуздаг является одним из наиболее выразительных природных памятников Дагестана, живописно возвышающимся над окружающим рельефом (рис. 1б). Гора Шалбуздаг имеет максимальную отметку 4142 м и расположена в пределах Бокового Кавказского хребта. Со склонов горы берут начало истоки нескольких рек и ручьев, среди которых р. Гуркам, стекающая в северном направлении, р. Мугулахчай, текущая на северо-запад, р. Ихир, стекающая в западном направлении, а также многочисленные ручьи – левые притоки р. Мулларчай и р. Чехычай, протекающих у южного и восточного подножий горы (рис. 2).

Стекающая с юго-западных склонов Шалбуздага река Ихир является правым притоком р. Мазачай, впоследствии впадающей в р. Ахтычай, которая в свою очередь является притоком р. Самур. Высота истока р. Ихир находится около отметки 3800 м.



Рис. 1. Район проведения работ: а – схема расположения объекта; б – вид с севера на горный массив Шалбуздаг (фото Е.А. Савернюк, 2024 г.)

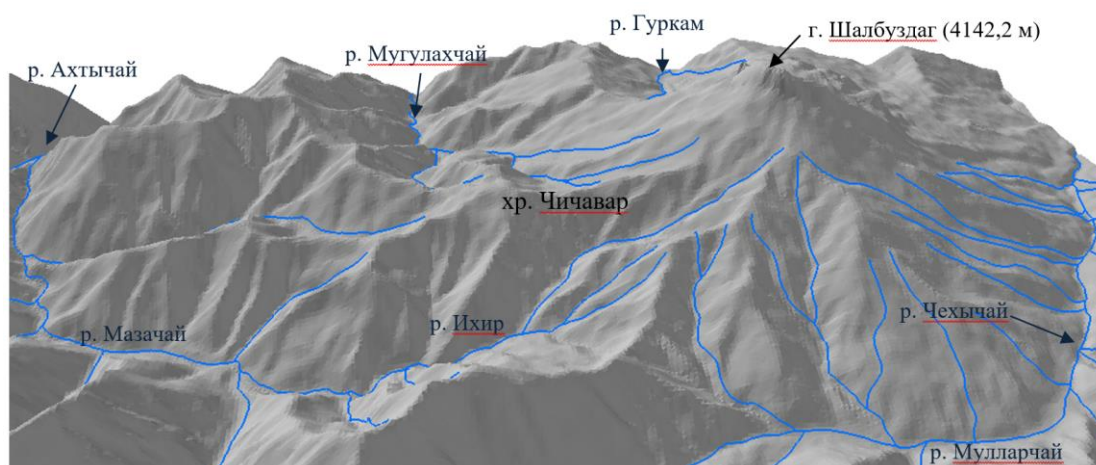


Рис. 2. Орографическая схема района г. Шалбуздаг (вид с юга)

Гора Шалбуздаг представляет собой останец синклинального плато, возвышающийся над окружающими водораздельными поверхностями (хр. Чичавар) на 1000–1100 м и долинами рек (р. Мулларчай, слияние р. Ихир и Мазачай) на 1700–1800 м. Массив Шалбуздаг имеет куэстообразный облик (рис. 1б) с достаточно пологим (6–10°) северо-восточным склоном и довольно крутым (50–60°) юго-западным склоном, постепенно выполаживающимся в средней части (до 25–30°). Максимальной крутизной (до 76–80°) характеризуется фрагмент восточного склона (протяженность ~350 м), представляющий собой зону отрыва «старой» крупномасштабной каменной лавины.

В привершинной части г. Шалбуздаг имеются следы оледенения, приуроченные преимущественно к северным ее склонам.

В тектоническом отношении территория располагается в восточной части мегантиклинория Большого Кавказа. Большинство разломов имеют простирание с северо-запада на юго-восток. Сейсмичность территории достигает 8–9 баллов [Бабаян, 2011]. В регионе зафиксированы землетрясения, в том числе наиболее крупное на Кавказе Шемахинское землетрясение 1668 (по другим данным, 1667) года [Бабаян, 2011].

В геологическом строении рассматриваемой территории, регионально относящейся к области сланцевого Дагестана, принимают участие раннесреднеюрские терригенные толщи, слагаемыми аргиллитами, алевролитами с прослоями песчаников и горизонтами дацитов, риолитов и их туфов с суммарной мощностью более 10 км.

Массив г. Шалбуздаг бронируется сверху верхнеюрскими и нижнемеловыми известняками. Особенностью геологического строения массива является наличие в разрезе высокопрочных гидротермально-измененных красноцветных железисто-карбонатных отложений мощностью до 400 м (рис. 3). В привершинной части горы



Шалбуздаг карбонатные отложения титона (J_3) налегают на размытую поверхность нижнего аалена (J_2). Ниже в основании залегают слоистые песчаники, алевролиты, аргиллиты нескольких свит средней и нижней юры (J_{1-2}) – карахской, хивской, хновской, и особенно свиты Ири. Основное место в строении песчано-сланцевой толщи, слагающей среднюю и нижнюю части склонов, имеют флишоидные пачки. В отдельных крупных интервалах разреза ведущая роль в строении толщи принадлежит пачкам оскольчатых сланцеватых аргиллитов, а пачки грубого флиша занимают подчиненное место. Алевролито-сланцевые толщи часто пересечены тонкими кварцевыми жилами и содержат мелкие диабазовые дайки мощностью до нескольких метров [Халифа-Заде, Магомедов, 1982].

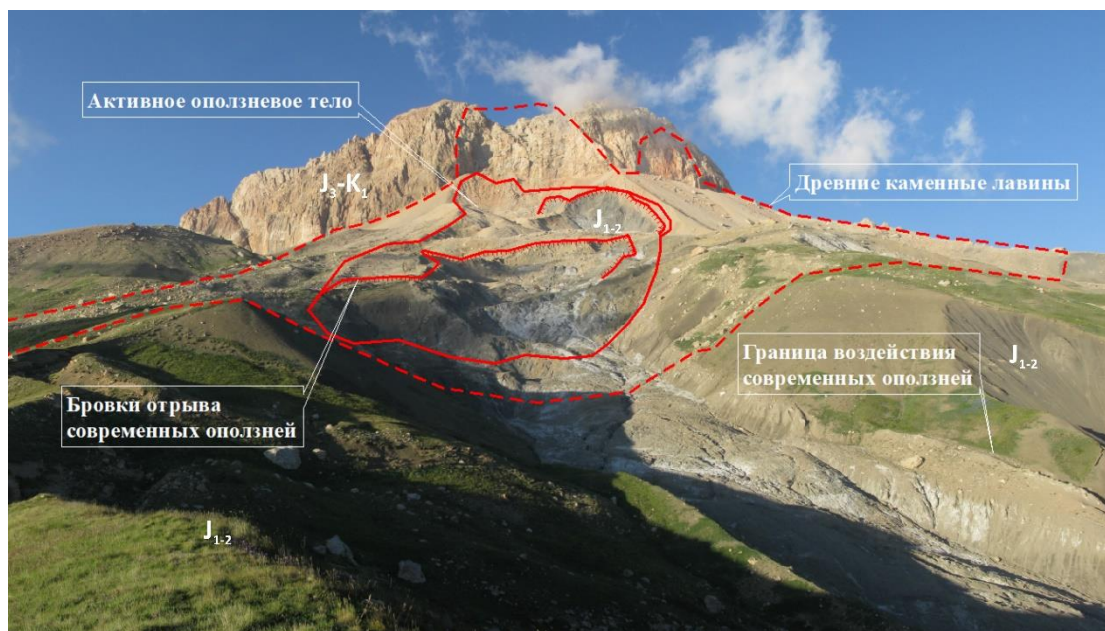


Рис. 3. Общий вид горного массива Шалбуздаг, особенности его геологического строения и развитие оползневых и обвалных процессов на юго-западном склоне в верховьях р. Ихир (фото М.В. Голубева, 17.07.2022 г.)

Верхняя часть геологического разреза рассматриваемой территории, за исключением привершинной части г. Шалбуздаг, слагается легко выветриваемыми юрскими глинистыми сланцами и четвертичными коллювиальными толщами. В этих отложениях на достаточно крутых склонах долин рек образуются разномасштабные оползни, поставляющие в русловую часть долин твердую составляющую селей. Глыбовая составляющая, выносимая селевыми потоками, формирующимися по долине р. Ихир, представлена известняками, источником которых являются отложения каменных лавин, зона отрыва которых расположена в области распространения верхнеюрских и нижнемеловых известняков привершинной части г. Шалбуздаг.

Методы

В ходе исследования, было проведено тематическое дешифрирование космических снимков за различные временные периоды. Начальной точкой изучения оползневых процессов стала ситуация в верховьях долины р. Ихир, зафиксированная на снимке КН-4В Corona от 24.05.1970 (разрешение 1,8 м/пикс.). При привязке разномасштабных данных в качестве базового слоя использован сервис ArcImagery в системе координат WGS84 в проекции UTM в зоне 38N. Для сравнения снимков была использована среда пакета ArcGIS 10.8 и инструмент Swipe (шторка). Снимки были привязаны по опорным точкам к базовому слою ArcImagery методом «резинового листа» из-за сильно расчлененного рельефа и относительно небольшого размера территории. По



снимкам более низкого разрешения устанавливались примерные границы событий, которые корректировались при сравнении со снимками более высокого разрешения с ресурса Google Earth и наземными фотографиями М.В. Голубева. Для сравнения использовались комбинации спектральных каналов в фальшивых и естественных цветах и в панхроматическом режиме.

Данные

В 1970-1980-е гг. в рамках тем по изучению селевых процессов на Северном Кавказе сотрудниками Географического факультета МГУ в результате экспедиций и при дешифрировании аэрофотоснимков были составлены карты селевых бассейнов Республики Дагестан [*Карта Ахтынского...*, 1971; *Карта оценки ...*, 1971]. На этих картах селевые бассейны непосредственно с массива г. Шалбуздаг отмечены только в двух местах – р. Гуркам (№ 168) и 2 притока в верховьях р. Чехычай (№ 170). Эти карты легли в основу обновленной «Карты селевых бассейнов Северного Кавказа» [*Карта*, 2012], составленной под руководством В.Ф. Перова, на которой уже по всему периметру массива г. Шалбуздаг отмечены селевые бассейны разных порядков, как крупные, например р. Мазачай, р. Гуркам, так и более мелкие в ручьях без названий в общем количестве 7 шт. (№ 29-95, 29-98, 29-102, 29-103, 29-105, 29-106, 29-108) и один склоновый бассейн. В Кадастре [*Кадастр...*, 2015] эти бассейны даны под другими номерами (№ 6-118, 6-122, 6-126, 6-127, 6-129, 6-129, 6-130, 6-132 соответственно). Здесь же упомянуто, что процессы активного селепроявления в Дагестане отмечаются в течение года с мая по сентябрь. В 2020 г. сотрудниками Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра было проведено полевое обследование бассейна р. Самур с целью инвентаризации опасных природных процессов [*Кюль, Гедуева, 2021; Гедуева, 2022*].

При дешифрировании нами были использованы космические снимки КН-4А Corona J-1 (2,75 м/пикс.) от 10.10.1965, КН-4В Corona-J3 (1,8 м/пикс.) от 24.05.1970, Landsat 4–5-TM за период 1984–2011 гг., Landsat 7 ETM+ за 2012 и 2013 гг., Landsat 8 с 2014 по 2016 гг., SPOT 1 за 1987 и 1997 гг., Spot 2 за 1993 г., Spot 5 с 2002 по 2007 гг., Sentinel-2 с 2016 по 2023 гг., базовый слой ArcImagery, снимки с Google Earth (картографические данные: Google, Maxar Technologies), а также наземные фотографии М.В. Голубева от 17.07.2022.

В качестве исходных метеоданных использованы данные по метеостанции Ахты (ВНИИГМИ МЦД) [*Специализированные...*, 2024]. Данные по землетрясениям получены с ежегодников [*Ежегодник...*, 2024].

Анализ

При дешифрировании на снимке 24.05.1970 г. отмечены многочисленные светлые полосы по водотокам в бассейне р. Гуркам и почти во всех бассейнах со склона г. Шалбуздаг. Этот факт дает основание полагать, что на данной территории возможно был массовый сход селевых потоков в 1963 г., когда по данным метеостанции (м/с) «Ахты» в мае – июне выпало 197,5 мм осадков (рис. 4), либо в 1968 г.

При дешифрировании снимков за 1970–2023 гг. установлены 11 периодов, в которые происходили оползни, прошедшие расстояние более 500 м [*Севернюк и др., 2024*]. Количество периодов оползневой активизации достаточно хорошо коррелирует с количеством пиков с повышенными среднегодовыми суммами осадков, отмеченных в рассматриваемом регионе (по метеостанции Ахты) (рис. 4).

Основные события в этот период происходили в привершинной части оползневого склона в районе отметок 3400–3500 м. В центральной (средней) и нижней части склона видимых и значимых изменений не установлено.

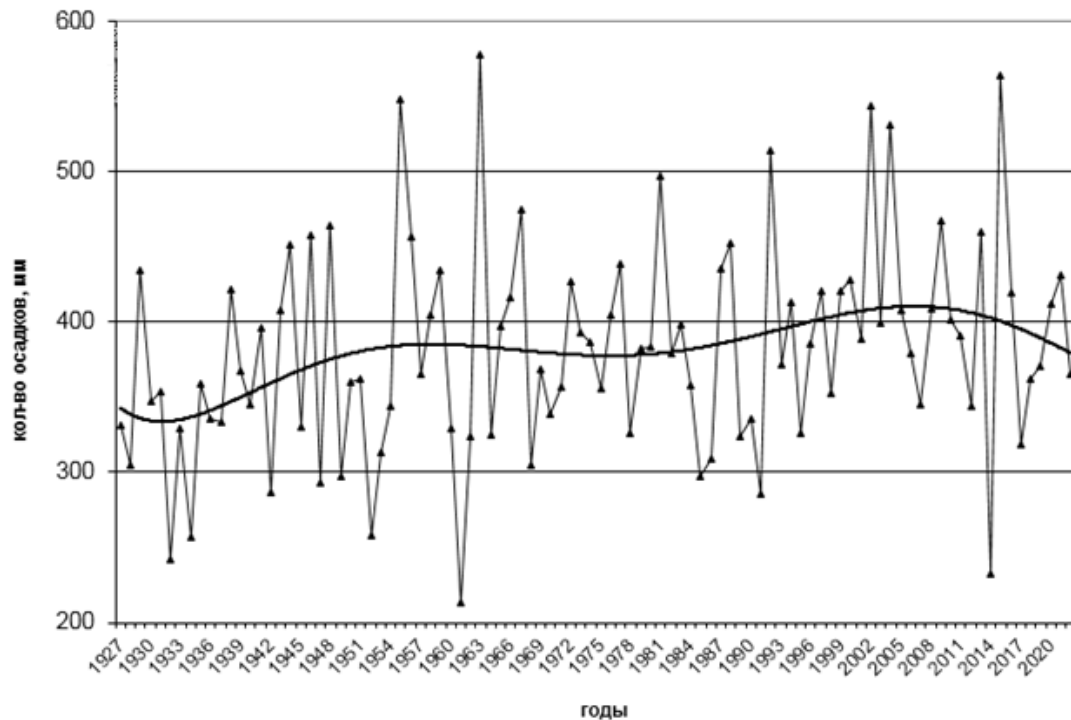


Рис. 4. Изменение среднегодовых сумм осадков (по данным м/с «Ахты»)

На снимке 24.05.1970 было выделено 4 оползневых тела (период № 1 в таблице 1). Образование этих оползней (рис. 5), по-видимому, произошло ранее, в 1969 г., характеризовавшемся высокими значениями среднегодовой суммы осадков. В правой части склона в районе отметок 3150–3350 м ширина оползневых отложений составляла 100–150 м. Ниже отметки 3150 м ширина отложений колеблется от 60 до 40 м, и далее до отметки 2890 м ширина падает до 20 м. Ниже отметки 2660 м на протяжении 1150 м отмечается светлая полоса селевых отложений. В районе отметок 2660–2800 м русло реки отклоняется вправо, огибая небольшую террасу, которая в последующие годы будет отклонять все оползни, направляя на правый борт долины, и в некоторой степени замедлять их движение. После террасы имеется коренной выступ с правого берега, который некоторое время играл роль гасителя оползней на этом участке. Ниже него уклоны резко меняются, что способствует аккумуляции на участке с отметками 2570–2670 м – нижнем поле отложений оползневых масс.

С 1970 г. по 1986 г. по снимкам фиксировались только незначительные изменения в оползневом цирке. В период между 04.05–25.06.1987 сошел первый оползень с горизонтальным проложением 1430 м (№ 2 в таблице 1). Событие установлено по светлой полосе в районе отметок 2850–2960 м. На снимке от 25 июня снежный покров в основном оползневом цирке уже сошел, но пятнами оставался выше отметки 3600 м.

В период с августа 1987 г. по июнь 1990 г. в оползневом цирке отмечены незначительные изменения, а также появление оползневого языка в районе отметок 3070 м.

Следующее крупное событие (№ 4 в таблице 1) произошло в период с 01.06–19.07.1993. Оползневые массы отложились на нижнем поле аккумуляции в районе отметки 2565 м, пройдя 2730 м. Ширина полосы отложений увеличилась с 20 до 50 м. После этого оползнь последовал длительный перерыв – с сентября 1993 г. по июнь 2004 г. отмечаются незначительные изменения в районе отметок 3100 м и выше. По поверхности оползневых отложений сформировалось новое русло р. Ихир.

В 2004 г. последовала серия крупных событий с дальностью выброса от 1580 м до 3880 м (№ 5–7 в таблице 1, рис. 6). Контурь самого крупного события № 7 были



проведены в процессе сравнения снимка SPOT 5 от 05.09.2004 и снимка из Google Earth от 18.09.2005 по последнему.

На снимке 2005 г. отложения внешне выглядят выпуклыми, видны примазки на склонах по пути движения, а также следы растекания и заполнения боковых ущелий.

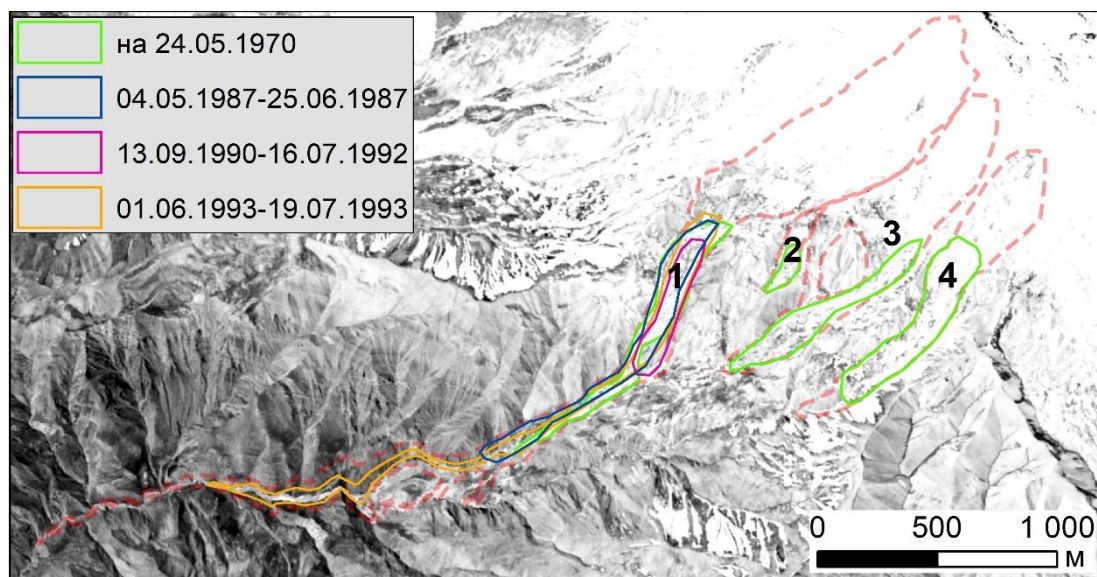


Рис. 5. Схема оползневых событий за период 1970–1993 гг. Красным пунктиром отмечены современные границы оползневого процесса. Подложка – снимок КН-4В Согона-ЈЗ (1,8 м/пикс.) от 24.05.1970

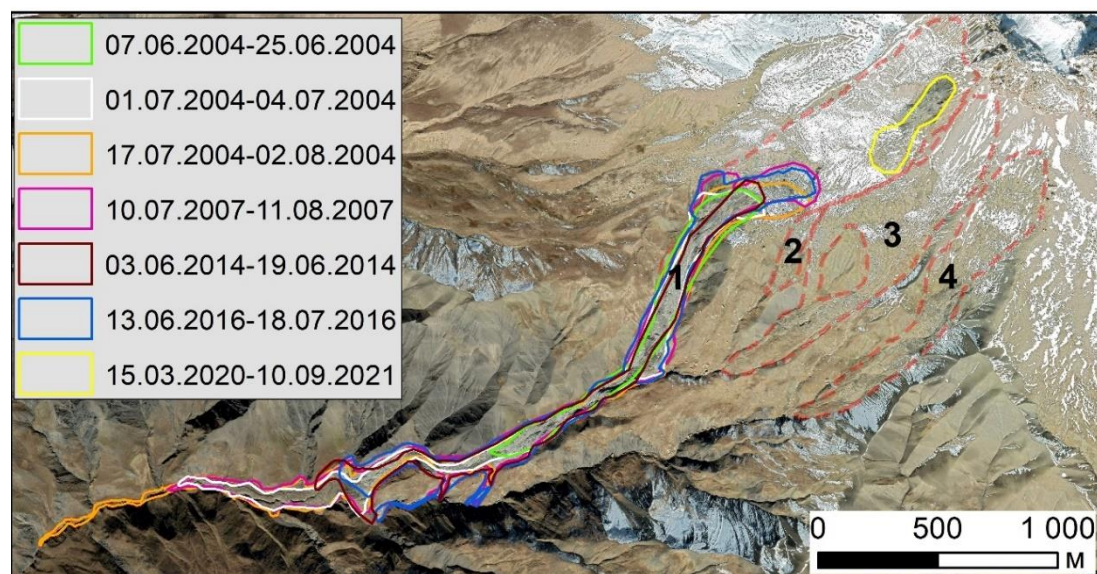


Рис. 6. Схема оползневых событий за период 2004–2021 г. Красным пунктиром отмечены современные границы оползневого процесса. Подложка – космический снимок от 04.10.2016, Google, Maxar Technologies

Отмечен первый случай небольшого перехлеста масс через гребень в районе отметки 2860 м. По сравнению с 1993 г., ширина нижнего поля отложений возросла до 70–100 м, а нижний конец отложений продвинулся вниз по течению на 760 м. По приведенным к высоте 3800 м данным м/с «Ахты» с 1 июня по 2 августа минимальные температуры воздуха редко поднимались выше 0°C, а средняя температура воздуха за этот период составила 1,5 °С. При этом по м/с Ахты выпало 143,2 мм осадков, а в период со 2 августа по 13 сентября 2004 г. – еще 94,5 мм. Вероятно, это способствовало



разработке каналов стока в теле оползневых отложений – на снимке 2005 г. они хорошо читаются.

В следующие три года значительных изменений не наблюдалось. В 2007 г. очередное крупное событие (№ 8 в таблице 1) сформировалось при низких осадках по м/с Ахты (16,2 мм) и средней температуре воздуха 4,3°C, что наводит на размышления о существовании в оползневом цирке рыхлых пород в мерзлом состоянии выше отметки 3400 м. Основная масса отложилась выше коренного выступа и террасы. Из-за повышения поверхности произошел выплеск в районе отметки 2860 м. Позже здесь сформируется новое русло р. Ихир. После события на участке между выступом и террасой в левом кармане образовалось небольшое подпрудное озерцо шириной около 90 м (рис. 7). Вероятно, в этот же период сошел небольшой оползень в крайнем левом цирке оползневого склона.



Рис. 7. Нижнее поле отложений оползней-потоков с селевыми врезами, селевыми отложениями и подпрудным озером в долине р. Ихир в районе отметок 2600–2800 м (фото М.В. Голубева, 17.07.2022 г.)

До 2014 г. снова был период затишья. Событие № 9 произошло на фоне небольших осадков и более высоких, чем в предыдущие годы, майских средних температур при сохранении низких минимальных. Для данного случая необходимо уточнение границ по снимкам более высокого разрешения.

В 2016 г. произошло последнее крупное событие (№ 10 в таблице 1), отложения которого зафиксированы на снимке в Google Earth от 04.10.2016.

Событие № 11 произошло в верхней части оползневого цирка под уступом г. Шалбуздаг. Правее этого массива имеется разбитый трещинами массив, который поставляет обломочный материал вниз по склону к основному оползневому цирку – при сравнении снимков высокого разрешения наблюдается продвижение крупных глыб и «лбов» ближе к верхней бровке.

Параметры оползней приведены в таблице 1.



Таблица 1. Оползни в верховьях р. Ихир на юго-западном склоне горы Шалбуздаг [Савернюк и др., 2024]

Номер периода	Период/даты снимков	Площадь поражения, тыс. м ²	Точка отрыва, м	Точка остановки, м	Горизонтальное проложение, м	Превышение, м	Угол наклона, градус	Тангенс угла наклона	Наличие следов селевого потока ниже оползневых отложений
1	24.05.1970–02.09.1986	103	3350	2890	1340	460	18,9	0,343	-
		13	3425	3320	240	105	23,6	0,437	-
		82	3500	3200	970	300	17,2	0,309	-
		115	3550	3260	850	290	18,8	0,341	-
2	04.05–25.06.1987	104	3320	2700	1430	620	23,4	0,433	-
3	13.09.1990–16.07.1992	56	3300	3070	630	230	20,0	0,365	-
4	01.06–19.07.1993	143	3330	2565	2730	765	15,6	0,280	-
5	07–25.06.2004	144	3860	3420	1580	440	15,6	0,278	Да
6	01–04.07.2004	230	3410	2550	3000	860	16,0	0,287	Да
7	17.07–02.08.2004	318	3490	2480	3880	1010	14,6	0,260	Да
8	10.07–11.08.2007	328	3520	2540	3320	980	16,4	0,295	-
9	03–19.06.2014	191	3430	2620	2450	810	18,3	0,330	-
10	13.06–18.07.2016	290	3510	2650	2500	860	19,0	0,344	Да
11	15.03.2020–10.09.2021	50	3810	3570	470	240	27,0	0,51	-

При просмотре GIF-анимации, составленной из разновременных снимков на участки оползней, стала понятна граница активных оползневых тел. Например, общая площадь оползневого процесса № 1 (рис. 7) к осени 2023 г. составила 820 тыс. м². Площадь оползневого тела, ограниченного отметками 3450–3880 м, составила 420 тыс. м², длина этого участка 950 м, ширина – 400 м, угол наклона 24,35°.

Почти одновременно с активизацией оползней в верховьях р. Ихир произошла активизация оползней на правом борту в нижнем течении долины (№ 5 и 6 на рис. 8). На данном этапе при исследовании этого участка по снимкам низкого и среднего разрешения уловить активизацию оползней под влиянием селевых потоков невозможно. Можно ее только предположить. Для более точного ответа необходимы полевые наблюдения и снимки более высокого разрешения с достаточной частотой съемки. При дешифрировании установлено, что после сползания оползневых масс на участке № 6 за телами оползневых запруд началось накопление аллювиального и селевого материала, причем не только по р. Ихир, но и по ее левому притоку с устьем в районе отметки 2320 м. Оползень № 6 в 2024 г. продолжает движение вниз. Правая часть его наиболее активна.



На данном этапе исследования четкой непосредственной связи с землетрясениями, по крайней мере свежими с 2003 г., не прослеживается. Роль Дагестанского (14.05.1970) землетрясения 1970 г. не понятна, так как имеющиеся у авторов материалы не дали качественной информации о развитии процессов в долине р. Ихир до 24.05.1970 г. из-за большого количества теней на космическом снимке 1965 г.

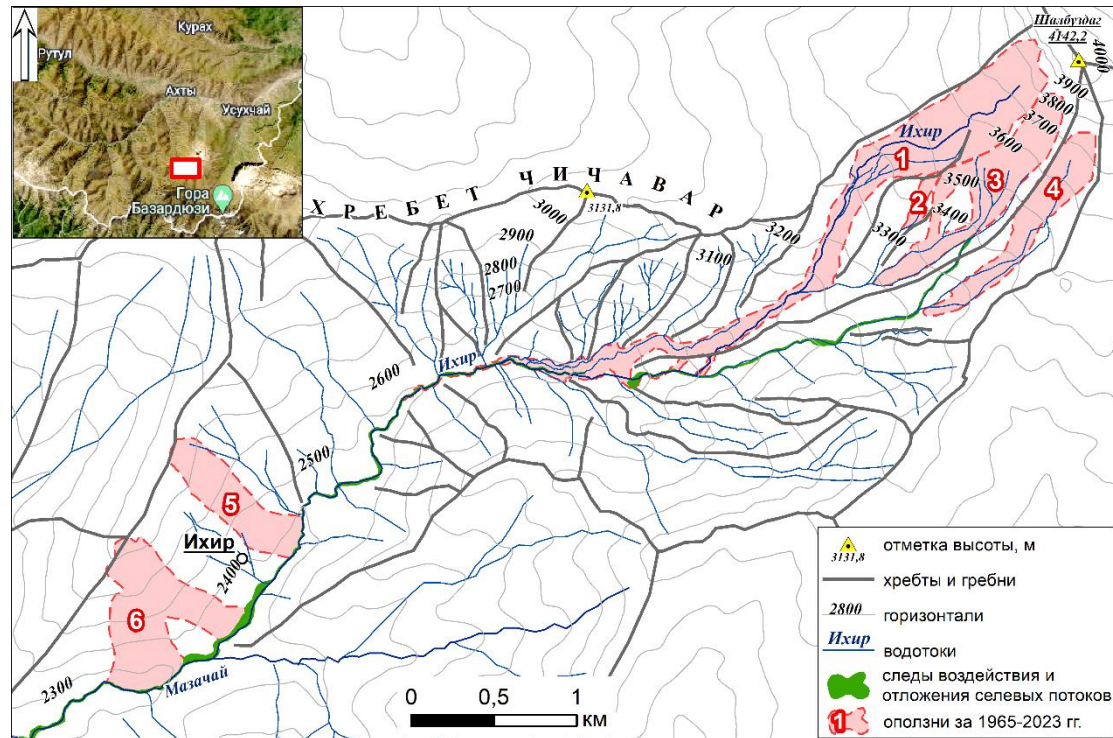


Рис. 8. Схема современных активных оползней на юго-западном склоне г. Шалбуздаг и связанных с ними отложений селевых потоков и оползней в долине р. Ихир (по данным дешифрирования разномасштабных космических снимков за 1965–2023 гг.)

Выводы

По результатам предварительного исследования можно сделать вывод, что юго-западный склон г. Шалбуздаг – «генератор» оползней, тесно связанных с процессами таяния-замерзания и обусловленных метеорологическими и климатическими факторами, такими как отклонение осадков от среднегодовых значений в сторону увеличения.

Источником твердого материала для оползней служат обвальное-осыпные отложения со стены массива г. Шалбуздаг и отложения каменных лавин. Процесс оползания обвальных масс в бассейне р. Ихир при сохраняющемся уровне осадков будет продолжаться не менее 10 лет.

Оползни-потоки проходят в долине р. Ихир на значительные расстояния (1,5–3,8 км) по отложениям предыдущих событий, образуя характерные выпуклые отложения и изменяя направления основных водотоков.

Возникновение селевых потоков в бассейне р. Ихир возможно только при наличии большого количества воды при бурном снеготаянии на фоне дождей и ливней в конце мая – июне либо при продолжительных интенсивных осадках в летне-осеннее время.

В настоящее время в верхней части юго-западного склона г. Шалбуздаг отмечается наличие нескольких заколовшихся оползневых блоков. Если в период интенсивного выпадения осадков либо совместного влияния осадков и резкого изменения температурного режима произойдет очередной крупный обвал, то в зависимости от его объема возможны 2 сценария – вовлечение рыхлых масс в процесс каменной лавины и



ее сход с возможным образованием селевого потока либо подновление и формирование нового массива рыхлообломочного материала и дальнейшее возобновление оползневой процесса. При обоих сценариях обломочный материал с разной скоростью окажется в долине р. Ихир.

В ближайшие год-два можно ожидать перекрытие участка русла р. Мазачай протяженностью в 0,5 км в 150 м ниже устья р. Ихир из-за активности правой части крупного оползня (№ 6 на рис. 8). Это приведет к увеличению селевой активности в бассейне р. Мазачай.

Описанные в статье участки в бассейнах рек Мазачай и Ихир очень динамичные, можно рекомендовать их как учебные объекты для студентов соответствующих специальностей.

Благодарности и ссылки

Авторы благодарны М.В. Голубеву за предоставленные фотографии и возможность их анализа.

Работа выполнена в рамках темы 1.7 121051300175-4 «Опасность и риск природных процессов и явлений» (ГЗ).

Список литературы

- Бабаян Т.О. Является ли Шемахинское землетрясение 1668 года сильнейшим на Кавказе? // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2011. – Т. 38. – № 2. – С. 71–80.
- Гедуева М.М. Использование геоинформационных технологий в исследовании опасных природных процессов на примере бассейна реки Самур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 1 (105). С. 114–122. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-1-105-114-122.
- Ежегодник «Землетрясения России». ФИЦ ЕГС РАН © 2012 – 2024. <http://www.gsras.ru/zr/contents.html>
- Идрисов И.А., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Особенности распространения и развития крупных оползней Дагестана // Тр. Ин-та геологии ДНЦ РАН. – 2013. – вып. 62. – С. 96–100.
- Кадастр селевой опасности юга Европейской части России. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гедуева (Гяургиева) М.М., Перов В.Ф., Разумов В.В., Сейнова И.Б., Хучунаева Л.В. – М.: «Феория»; Нальчик: Печатный двор, 2015. – 148 с.
- Кюль Е.В., Гедуева М.М., Атаев З. В. Селевая активность в бассейне реки Самур (Восточный Кавказ) по результатам мониторинга 2020 года // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2021. Т. 15. № 1. С. 73–88. DOI: 10.31161/1995-0675-2021-15-1-73-88.
- Савернюк Е.А., Зеркаль О.В., Черноморец С.С. Оползни юго-западного склона горы Шалбуздаг (Дагестан). // Сергеевские чтения. Региональная инженерная геология и геоэкология. Вып. 25. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (28–29 марта 2024 г.). М.: Геоинфо, 2024. С. 263–266.
- Разумов В.В., Богданов М.И., Богданова Н.Д., Разумова Н.В., Гусейнова Н.О. Оценка масштабов распространения и опасности активизации оползневых процессов в Дагестане // Юг России: экология, развитие. – 2019. – т. 14. – № 4. – С. 56–77.
- Карта оценки селевой опасности в горном Дагестане. М 1:300000. Парамонов Б.А., Петрасов В.В. / Отчет по теме «Сели и противоселевые мероприятия в ДАССР». – МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, проблемная лаборатория снежных лавин и селей, эрозионно-селевая экспедиция, 1974.
- Карта Ахтынского района Дагестанской ССР. М 1:50000. Парамонов Б.А., Лисовская Е.В., Замкина Г.А. МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Эрозионно-селевая экспедиция, 1971.
- Карта селевых бассейнов Северного Кавказа. М 1:200000. Под ред. В.Ф. Перова. Перов В.Ф., Бударина О.И., Сидорова Т.Л., Сейнова И.Б. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, 2012. https://www.debrisflow.ru/wp-content/uploads/2015/09/Perov_et_al_Map_of_Debris_Flow_Catchments_of_North_Caucasus.pdf.



Специализированные массивы для климатических исследований. Copyright © 2000-2011-2018-2022 ВНИИГМИ-МЦД / В.М. Веселов И.Р. Прибыльская О.А. Мирзеабасов. <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml>

Халифа-Заде Ч.М., Магомедов А.М. Среднеюрские отложения восточной части Большого Кавказа. – М., Наука, 1982. – 276 с.

Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Курбанова Г.М., Гусейнова А.Ш. Природные памятники области внутреннего сланцевого Дагестана//Тр. Ин-та геологии ДНЦ РАН. – 2016. – Вып. 66. – С. 120–124.