

Раздел 1

ГЕОЛОГИЯ

Section 1

GEOLOGY

УДК 551.435.6

СКАЛЬНЫЙ ОПОЛЗЕНЬ В ИСТОКАХ РЕКИ УЙКАРАТАШ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

Е.М. Высоцкий

ООО «Сибгеоклуб», Новосибирск, E-mail: evysotsky@sibgeoclub.ru

Исследовано строение скального оползня в истоках реки Уйкараташ (Сумультинский хребет), площадь которого составила 0.84 км², объем 8–9 млн м³. Стенка отрыва треугольной формы образована двумя скальными бортами с падением навстречу друг другу. Область отрыва расположена на высоте 2030 метров н.у.м., длина оползня по линии смещения составила 1750 м, максимальная ширина – 1350 м. Видимая высота стенки отрыва достигает 120 метров. По космическим снимкам установлено, что оползень сформировался в период с 25 мая по 3 июня 2014 года. Анализ сейсмических и климатических событий показал, что причиной формирования оползня стало критическое нагружение блока тектонически раздробленных вулканогенно-осадочных пород экстремальными атмосферными осадками.

Ключевые слова: скальный оползень; Алтай; Уйкараташ; Сумультинский хребет.

DOI: 10.24412/2410-1192-2023-17101

Дата поступления: 23.08.2023. Принята к печати: 05.09.2023

При подготовке к экспедиции от реки Катунь до Телецкого озера по легендарному туристическому маршруту № 77 в отчетах встретились фотографии необычного оползня с треугольной скальной стенкой отрыва в борту долины правого притока реки Уйкараташ [Храмцова...]. Часть не слишком крутого залесенного склона как будто «выпала», оставив у подножья оползневое тело, запрудившее небольшой водоток и перекрывшее тропу, по которой, несмотря на удаленность района от населенных пунктов, в течение лета регулярно проходят группы туристов, посещая расположенные чуть выше по

долине Форелевые озера. Значительные размеры и скальная стенка отрыва оползня в районе с относительно слабой сейсмической активностью вызвали вопросы о причинах его образования. Изучение строения оползня, выявление времени и причин его формирования стали одной из задач экспедиции, результаты работ приводятся в настоящей статье.

Методика исследований

Время схода оползня было определено с использованием Интернет-сервиса, позволяющем просматривать ряды космических снимков по датам [Landsat...]. Установле-

но, что оползень сошел в период с 25 мая по 3 июня 2014 года. Полевые работы, включавшие обследование оползня и прилегающих долин, проведены в начале августа 2020 года. Сведения о зарегистрированных сейсмических событиях взяты из публикаций Единой геофизической службы РАН, метеорологические данные – из публикаций, приведенных в списке использованной литературы.

Результаты

Геолого-геоморфологическая характеристика района. Оползень сошел со склона по правому борту правого притока реки Уйкараташ в ее верхнем течении (Рис. 1). Породы основания в этом районе представлены сложным по строению, разнообразным по составу, фациально изменчивым комплексом вулканогенно-осадочных пород Уйкараташской и Сарагашской свит среднего девона. Оса-

дочный комплекс осложнен субвулканическими интрузиями того же возраста, представленными силлами и дайками диабазовых порфиритов, а также плагиоклаз-роговообманковых диорит-порфиров, которые интерпретируются как подводящие каналы эффузивных покровов [Геологическая..., 1965]. Разрывные нарушения, относящиеся к Телецко-Курайской зоне разломов общего субмеридионального здесь простирания, представлены «широкими (до 1 км) зонами с целой серией разрывов, характерной особенностью которых является виргация» [Геологическая ..., 1965, стр. 57].

Геоморфологическое строение участка относительно простое. Река Уйкараташ течет на юг-юго-восток вдоль восточного склона Сумультинского хребта, высотные отметки которого достигают 2600–2700 метров над уровнем моря.

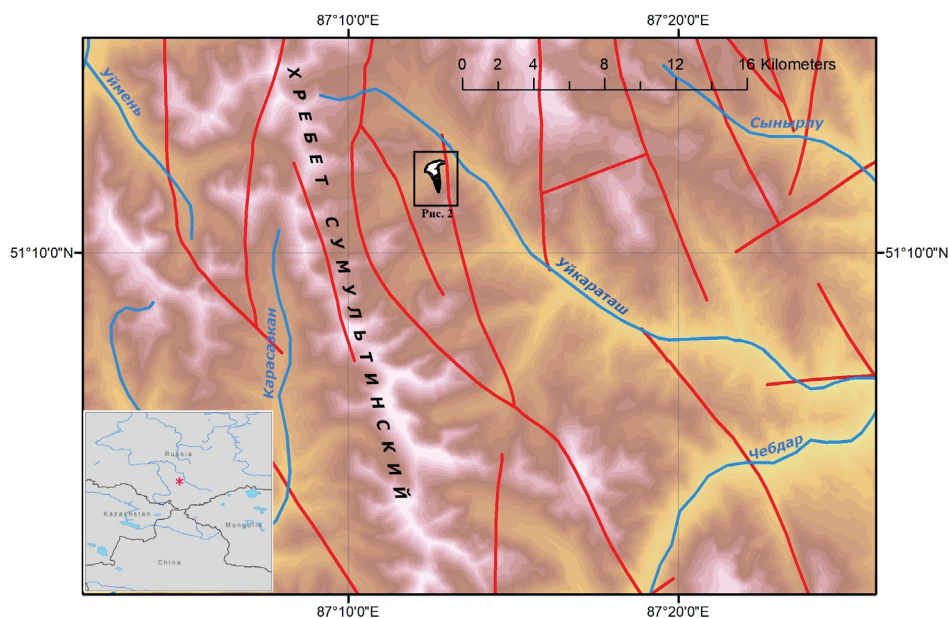


Рис. 1. Цифровая модель рельефа района исследований. Красными линиями показаны разломы [Геологическая..., 1965]. Черным прямоугольником показан район рисунка 2, оползень показан в реальном масштабе.

Fig. 1. Digital elevation model of the studied area. The red lines show the faults [Geologicheskaja..., 1965]. The black rectangle shows the area of Figure 2, the rock avalanche is shown in real scale.

В верхнем течении долина ледниковая: в истоках, примыкающих к осевой части водоразделов, – это широкая долина с пологими и средней крутизны склонами, которая была полностью заполнена ледником первой стадии последнего оледенения.

Несколько выше притока с оползнем магистральная долина обретает вид трога с пологим днищем шириной 600–800 м и крутыми бортами высотой 400–600 м. Все правые притоки при этом вытекают из каровых долин восточного склона Сумультинского хребта, сформированных во вторую стадию последнего оледенения. Кары имеют хорошо сохранившиеся скальные борта; при ширине до 1.5 км их длина составляет 1.6–4 км, в нижней части они замкнуты хорошо выраженными моренными валами. Характерно, что других оползней или обвалов в этом районе, будь то древних или современных, не зафиксировано.

Строение оползня. Оползень сошел со слегка вогнутого склона северо-западной экспозиции (азимут падения около 320°), уклон которого в верхней части и в области отрыва составляет $25\text{--}28^\circ$ (Рис. 2).

Стенка отрыва треугольной формы образована двумя сплошными скальными бортами с падением навстречу друг другу под углами от 50° до 80° (Рис. 3а). Область отрыва расположена на высоте 2030 метров при высоте склона около 2250 м н.у.м. Нижняя точка (в тальвеге долины по линии смещения основной части оползневого тела) имеет высоту 1730 м н.у.м. Фронтальная часть оползневого тела поднялась на противоположный борт долины на высоту до 40 м (Рис. 3б), запрудив водоток и растеклась в обе стороны, заметно больше – вниз по долине (Рис. 3с).

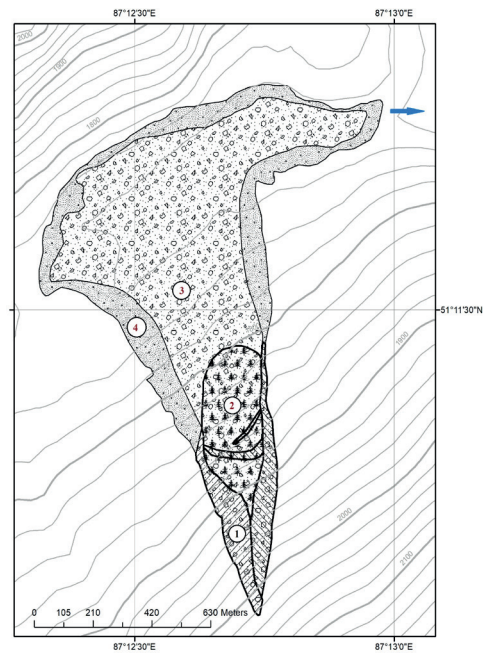


Рис. 2. Схема строения оползня. Цифрами в кружках обозначены: 1 – стенка отрыва; 2 – основная, массивная часть оползневого тела со вторичными стенками отрыва; 3 – разрушенная часть оползневого тела; 4 – боковые и фронтальный шлейфы. Горизонтالي соответствуют исходному рельефу

Fig. 2. Scheme of the rock avalanche structure.

The numbers in the circles indicate: 1 – the breakaway scarp; 2 – the main, massive part of the landslide body with secondary separation walls; 3 – disintegrated part of the landslide body; 4 – the edge and front loops of loose material. Horizontals correspond to the original relief

Таким образом, длина оползня по линии смещения составила 1750 м (включая область отрыва), максимальная ширина по нижней части долины – 1350 м, ширина по нижней части стенки отрыва (вдоль склона) – 370 м. Видимая высота стенки отрыва достигает 120 метров. Площадь оползня составила 0.84 км^2 .

Оползневое тело состоит из трех основных частей: первая, наименее разрушенная, часть под стенкой отрыва, площадью 0.09 км^2 , с участками леса и травянистой растительности на поверхности, рассечена двумя вторичными стенками отрыва – верхняя высотой

порядка 20–30 м рассекает оползневое тело поперек линии движения оползня, ниже ещё одна вторичная стенка отрыва кулисно прислонена к первичной стенке отрыва, доходя до середины оползневого тела. Фронт этой части оползневого тела поднят над склоном на высоту 80–90 метров, образуя площадку с падением 10° в

сторону склона (Рис. 3 d, e). Вторая часть оползневого тела представляет собой примыкающий к первой части массив из дезинтегрированных обломков коренных пород размером до первых метров в поперечнике, утончающийся вниз по ходу движения, и растекшийся в обе стороны от неё, преимущественно вниз по долине.



a



b



c



d



e

Рис. 3. Фотографии оползня (август 2020 года): a – стенка отрыва; b – фронтальная часть оползневого тела; c – нижняя часть оползневого тела, вид вниз по долине; d, e – стенка отрыва и верхняя часть оползневого тела

Fig. 3. Photos of rock avalanche (August 2020): a – the breakaway scarp; b – frontal part; c – lower part of the landslide body, view down the valley; d, e – the breakaway scarp and upper part of the landslide body

Третья, наименее мощная, часть оползневого тела представлена боковыми шлейфами шириной около 20 м ниже скальной стенки отрыва и обрамляющим нижнюю часть оползня неоднородным, иногда прерывистым шлейфом и передовым валом высотой до 2 м из обломков коренных пород, вовлеченных рыхлых отложений и вывалов деревьев. Следует отметить наличие в передовой части оползневого тела конусовидных тел диаметром около 2 метров, сложенных рыхлыми отложениями (Рис. 4): подобные отмечены нами в нижней части сейсмообвала, связанного с Чуйским землетрясением 27.09.2003 года [Агатова и др., 2004] – тогда блоки скованных мерзлотой моренных отложений откатились от тела обвала, оставив загадочные конусы после таяния мерзлоты.

Тонкие боковые шлейфы, почти закрытые растительностью через 6 лет после схода оползня, форма нижней части оползневого тела, наличие в её обрамлении сглаженных гряд и валов более мелкого

материала, а также различные гряды крупных обломков на поверхности завернутой вниз по долине части оползня, свидетельствуют о значительном увлажнении массива пород в момент схода оползня. При этом запруженный водоток к моменту посещения полностью промыл себе путь под телом оползня.

Основная часть оползневого тела ориентирована не по линии падения склона (азимут 40° – 50°), а в направлении, соответствующему простиранию восточной стенки отрыва (азимут простирания варьирует в пределах 10° – 20° , азимут падения СЗ 270° – 280° , угол 50° – 65°). Эта стенка, вероятно, почти полностью представляет собой границу интрузивного тела с зеркалом скольжения, которое и стало плоскостью срыва. Дезинтегрированную часть оползневого тела составляют изометричные угловатые обломки туфопесчаников и туфоконгломератов размером до первых десятков сантиметров в поперечнике, реже – до 2–3 метров.



Рис. 4. Общий вид скального оползня. На переднем плане виден конус рыхлого материала
Fig. 4. General view of the rock avalanche. A cone of loose material is visible in the foreground, indicating the presence of permafrost

По форме обломков и в стенках отрыва четко различима сеть трещин отдельности, иногда – со следами трения, и, часто, с ожелезнением как по трещинам отдельности, так и в массе пород. По одной из плоскостей отдельности осадочных пород и сформировалась западная стенка отрыва оползня.

Описанное строение оползня, включая стенку отрыва и оползневое тело, не оставляет сомнений в том, что это пример скального оползня, сформированного по границе разных по физическим свойствам горных пород в условиях интенсивной тектонической раздробленности. Строение оползневого тела, когда основная его часть примыкает к стенке отрыва и при этом рассечена вторичными стенками отрыва, позволяет предположить, что нижняя часть склона не нарушена. Исходя из этого объем оползня был рассчитан как объем пирамиды, грани которой образуют стенки отрыва и исходный склон с известной морфологией, и оценивается в 8–9 млн м³.

Исходный склон, как показано на

рисунке 2, в нижней части выполаживался с отчетливым перегибом уклона профиля от 25–28° до 15–17°. Для ледниковой долины оправдано предположить, что нижняя часть склона покрыта боковой мореной и осыпными отложениями. Именно чуть ниже перегиба склона и «повисла» основная часть оползневого тела (Рис. 5). По распределению обломочного материала в оползневом теле мы имеем дело с прыгающим (трамплинным) скальным оползнем или каменной лавиной с фронтальным ограничением [Стром, 2017], что обусловлено не подрезанной нижней частью склона, а особенностью геологического строения, приведшей к отрыву блока скальных пород в средней части склона (консеквентный оползень по Ф.П. Саваренскому [1939]).

Обсуждение

Среди причин образования оползней и обвалов в Горном Алтае в первую очередь рассматриваются сейсмические события [Рогожин и др., 1999; Непоп, Агатова, 2006].



Рис. 5. Вид на скальный оползень вверх по долине
Fig. 5. View of the rock avalanche up the valley

Однако во время схода оползня, в период с 25 мая по 3 июня 2014 года, значимых сейсмических событий в регионе не произошло: землетрясения в пределах Горного Алтая имели магнитуды менее 2. Территориально наиболее близкое событие с $M=1.2$ зарегистрировано 26.05.2014 в 19:49 в Айгулакском хребте [Землетрясения...]. Отсутствие локального сейсмического воздействия подчеркивается отсутствием других оползней, обвалов и даже обновленных осыпей в скальных бортах каровых долин. Лишь в районе Зайсанской впадины 31 мая 2014 г. в 8h12m произошло землетрясение с $ML=4.8$ [Еманов и др., 2020]. Столь удалённое событие едва ли могло стать причиной схода оползня, хотя нельзя полностью исключить его макросейсмическое воздействие на рассматриваемый участок регионального разлома [см., например, Рогожин и др., 2013].

Климатические события этого периода времени, в отличие от сейсмических, имели не просто значимые, но критические отклонения от нормы. По данным гидрометеорологических наблюдений в период с 25 по 31 мая 2014 года в регионе выпало аномальное количество осадков (272–477% от среднедекадной нормы в целом по региону, в том числе: 416% по метеостанции Чемал, 391% по метеостанции Улаган), что привело к возникновению критической паводковой ситуации. При этом отмечено, что снегозапасы весной 2014 года были меньше среднегодовых значений [Зиновьев и др., 2015; Сухова, Никольченко, 2015; Ямбаркин, 2016]. Масштабные размывы и завалы в руслах зафиксированы в ходе полевых работ

и хорошо различимы на космических снимках в верхних течениях рек Уймень, Карасазкан, Уйкараташ, Сынырлу, окружающих место схода оползня. С экстремальными осадками этого периода времени связано и образование Сентелекского оползня в Северо-Западном Алтае [Горбатова, 2015], хотя и в иных географических и геологических условиях.

Совокупность наблюдений позволяет заключить, что основной причиной схода оползня Уйкараташ стало критическое нагружение атмосферными осадками интенсивно раздробленных метаморфизованных туфопесчаников.

Заключение

Скальный оползень в верховьях реки Уйкараташ весьма необычен, поскольку сформировался далеко от зоны современного оледенения, с деградацией которого связана большая часть подобных явлений. К образованию оползня привело сочетание ряда причин, главными из которых стали геологическое строение локального участка и воздействие на него экстремальных атмосферных осадков. Крутой склон ледниковой долины выработан поперек региональной разломной зоны с интенсивным дроблением вулканогенно-осадочных пород по косо ориентированным вниз по склону плоскостям трещиноватости. Нагружение туфопесчаников дождевыми осадками привело к срыву значительного блока этих пород по границе менее проницаемого интрузивного тела. Какую-то роль, вероятно, сыграло промерзание склона, о чем свидетельствуют характерные микроформы рельефа во фронте оползневого тела.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

Автор благодарен В.Г. Чурсину за терпение к геолого-геоморфологическим наблюдениям и неизвестному рецензенту за конструктивные замечания к рукописи.

Список литературы

Агатова А.Р., Новиков И.С., Высоцкий Е.М., Гибшер А.С. Геоморфологические эффекты землетрясений 27 сентября и 1 октября 2003 года в Горном Алтае // Геоморфология. 2004. № 3. С.3–12. doi: 10.15356/0435-4281-2004-3-3-12

Горбатова О.Н. О Сентелекском оползне 2014 года // Известия АО РГО. 2015. № 2 (37). С. 29–32.

Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Горно-Алтайская. Лист М-45-Х. Объяснительная записка / Ред. Ренгартен П.А. М.: Недра, 1965. 96 с.

Землетрясения России. База данных / ФГБУН ФИЦ Единая геофизическая служба РАН [Электронный ресурс]. URL: <http://eqru.gsras.ru> (дата обращения 30.11.2022).

Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б., Дьяченко А.В., Коломейцев А.А. Экстремальный дождевой паводок 2014 года в бассейне Верхней Оби: причины, прогноз и натурные наблюдения // Водное хозяйство России. 2015. № 6. С. 93–104.

Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 23 (2014 г.). Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. С. 122–129. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.11

Непоп Р.К., Агатова А.Р. Оценка магнитуд палеоземлетрясений Горного Алтая на основе анализа обвального-оползневых сейсмодетформаций // Доклады Академии наук. 2006. Т. 411, № 1. С. 89–92.

Рогожин Е.А., Богачкин Б.М., Нечаев Ю.В., Платонова С.Г., Чичагов В.П., Чичагова О.А. Следы сильных землетрясений прошлого в рельефе Горного Алтая // Геоморфология. 1999. № 1. С. 82–95.

Рогожин Е.А., Завьялов А.Д., Зайцева Н.В. Макросейсмические проявления Охотоморского землетрясения 24.05.2013 г. на территории г. Москвы // Вопросы инженерной сейсмологии. 2013. Т. 40, № 3. С. 64–77.

Саваренский Ф. П. Инженерная геология. Москва, Ленинград: ГОНТИ, 1939. 494 с.

Стром А.Л. Типизация катастрофических скальных оползней в горных районах на примере Среднеазиатского региона // Инженерно-геологические задачи современности и методы их решения: Мат. конф. (13–14 апреля 2017 г., Москва). Москва: Изд-во «Геомаркетинг», 2017. С. 88–93.

Сухова М.Г., Никольченко Ю.Н. Анализ гидрометеорологической ситуации в бассейне реки Катунь в момент катастрофического паводка 2014 года // Евразийское научное объединение. 2015. Т. 2, № 11. С. 150–153.

Храмцова А. Пеший одиночный поход по всесоюзному маршруту № 77 (июнь 2014 г.) / Интернет-проект Mountain.RU. URL: http://mountain.ru/article/article_display1.php?article_id=8730&fbclid (дата обращения 30.11.2022).

Ямбаркин, А.Ю. Катастрофические и опасные процессы рельефообразования на

территории Республики Алтай: бакалаврская работа. Томск, 2016. 46 с.

Landsat Explorer App. An application demonstrating analysis of Landsat on AWS scenes with visual renderings and indices / Esri, USGS, AWS, NASA [2018]. URL: <https://livingatlas2.arcgis.com/landsatexplorer/> (дата обращения 15.07.2020).

References

Agatova A.R., Novikov I.S., Vysotsky E.M., Gibsher A.S. Geomorphological affects from 27.09.2003 and 1.10.2003 earthquakes at Mountain Altai // *Geomorfologiya*. 2004. No. 3. P. 3-12. doi: 10.15356/0435-4281-2004-3-3-12. (in Russian).

Gorbatova O.N. O Sentelekskom opolzne 2014 goda [About the Sentelek landslide of 2014] // *Bulletin AB RGS*. 2015. No. 2 (37). C. 29–32. (in Russian).

Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1:200000. Seriya Gorno-Altayskaya. List M-45-X. Ob'jasnitelnaya zapiska [Geological map of the USSR. Scale 1:200000. Gorno-Altaysk. Map sheet M-45-X. Explanatory letter] / Ed. Rentgarten P.A. Moscow: Nedra, 1965. 96 p. (in Russian).

Zemletrjasenija Rossii. Baza dannykh [Database “Earthquakes of Russia”] / United Geophysical Survey RAS. URL: <http://eqru.gsras.ru> (accessed 30.11.2022). (in Russian).

Zinoviev A.T., Koshelev K.B., Dyachenko A.V., Kolomeitsev A.A. Extreme rainfall and flood event of 2014 in the Upper Ob River basin: causes, prediction and field observations // *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2015. No. 6. P. 93–104. (in Russian).

Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V., Shevkunova E.V., Podkorytova V.G. Altaj i Sajani [Altai and Sayany] // *Zemletrjasenija Severnoi Evrazii* [Earthquakes of Northern Eurasia]. Vol. 23 (2014 г.). Obninsk: UGS RAS, 2020. P. 122–129. doi: 10.35540/1818–6254.2020.23.11. (in Russian).

Nepop R.K., Agatova A.R. Estimation of magnitudes of old earthquakes in the Gorny Altai region based on analysis of seismogravitational dislocations // *Doklady Earth Sciences*. 2006. Vol. 411, no. 8. P. 1212–1214. DOI: 10.1134/S1028334X06080101. (in Russian).

Rogozhin E.A., Bogachkin B.M., Nechaev Yu.V., Platonova S.G., Chichagova O.A., Chichagov V.P. Paleoseismological investigations on the territory of Russian (Gorny) Altai // *J. Earthq. Predict. Res.* 1998. No. 7. P. 391–413. (in Russian).

Rogozhin E.A., Zavyalov A.D., Zaytseva N.V. Macroseismic manifestations of the Ohotsk earthquake on the territory city of Moscow // *Voprosy inzhenernoj sejsmologii* [Problems of Engineering Seismology]. 2013. Vol. 40, no. 3. P. 64–77. (in Russian).

Savarenskij F.P. Inzhenernaja geologija [Engineering geology]. Moscow, Leningrad: GON-TI, 1939. 494 p. (in Russian).

Strom A.L. Tipizacija katastroficheskikh skal'nyh opolznei v gornyh rajonah na primere Sredneaziatskogo regiona [Classification of the catastrophic rock avalanches in mountain areas on the example of Central Asia Region] // *Inzhenerno-geologicheskie zadachi sovremennosti i metody ih reshenija: Mat. konf. (April 13–14, 2017g.)* [Engineering-geological problems of our time and methods for their solution: Proceed. conf. (April 13–14, 2017g.)]. Geomarketing. 2017. P. 88–93. (in Russian).

Sukhova M.G., Nikolchenko Yu.N. Analiz gidrometeorologicheskij situacii v bassejne reki Katun' v moment katastroficheskogo pavodka 2014 goda [Analysis of the hydrometeorological situation in the Katun River basin at the time of the catastrophic flood of 2014] // Eurasian scientific association. 2015. Vol. 2, no. 11. P. 150–153. (in Russian).

Khramtsova A. Peshij odinochnyj pohod po vsesojuznomu marshrutu № 77 [Hiking solo trip along the All-Union route No. 77] / Mountain.RU project. URL: http://mountain.ru/article/article_display1.php?article_id=8730&fbclid (accessed 30.11.2022).

Yambarkin A. Yu. Katastroficheskie i opasnye processy rel'efoobrazovaniya na territorii Respubliki Altaj [Catastrophic and dangerous processes of relief formation on the territory of the Altai Republic]. BSc thesis. Tomsk, 2016. 46 p. (in Russian).

Landsat Explorer App. An application demonstrating analysis of Landsat on AWS scenes with visual renderings and indices / Esri, USGS, AWS, NASA [2018]. URL: <https://livingatlas2.arcgis.com/landsatexplorer/> (accessed 15.07.2020).

ROCK AVALANCHE IN THE HEADWATERS OF THE RIVER UIKARATASH (GORNYY ALTAI)

E.M. Vysotsky

Sibgeoclub, LLC, Novosibirsk, E-mail: evysotsky@sibgeoclub.ru

The structure of an 8–9 Mm³ rock avalanche that occurred in the upper reaches of the river Uikaratash (Sumulta range, Altai Mountains) is described. Source zone scar has triangular shape formed by two rocky sides falling towards each other and is 120 m high. The upper point of the source zone is located at 2030 m a.s.l. The main part of the collapsed rock mass deposited close to the foot of the rock wall. A smaller part travelled to the opposite slope of the valley, reaching horizontal and vertical travel distances of 1750 m and 300 m, respectively. The total affected area including the source zone is 0.84 km². Landsat imagery data indicates the formation of the rock avalanche between May 25 and June 03 2014. The analysis of seismic and climatic events during this period indicates that the formation of the rock avalanche was provoked by the critical loading of fractured volcanic-sedimentary rocks by extreme atmospheric precipitation.

Keywords: rock avalanche; Altai Mountains; Yikaratash River; Sumulta Range.

Received August 23, 2023. Accepted: September 5, 2023

Сведения об авторе

Высоцкий Евгений Михайлович – кандидат геолого-минералогических наук, директор ООО «Сибгеоклуб». Россия, 630090, г. Новосибирск, пр-кт Академика Лаврентьева, д. 2/2. ORCID: 0009-0005-9921-0976. E-mail: evysotsky@sibgeoclub.ru.

Information about the author

Vysotsky Evgenij Mikhailovich – PhD in Geology and Mineralogy, director of Sibgeoclub LLC. Russia, 630090, Novosibirsk, Lavrentiev Avenue, 2/2. ORCID: 0009-0005-9921-0976. E-mail: evysotsky@sibgeoclub.ru.