



## Роль селей в цикле экстремальных экзогенных процессов в горах Центрального Кавказа (на примере бассейна реки Черек Балкарский)

В.А. Караваяев<sup>1</sup>, А.В. Воскова<sup>2</sup>, С.С. Семиноженко<sup>3</sup>, А.В. Федин<sup>1</sup>, Е.Г. Лаппо<sup>1</sup>,  
С.А. Буланов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия, karavaev@igras.ru,  
fedinanton@mail.ru, ellappo@igras.ru, bulanov@igras.ru

<sup>2</sup>НИИПИ Генерального плана Москвы, Москва, Россия, avoskova@yandex.ru

<sup>3</sup>ФГБУ «Рослесинфорг», Москва, Россия, grey\_wolf88@mail.ru

**Аннотация.** В статье предполагается, что процессы, связанные с накоплением и перемещением обломочного материала – обвально-осыпных и селей, имеют цикличность и подвержены комплексному воздействию нескольких факторов. Новизной является совместное их рассмотрение. Цикл развития экстремальных экзогенных процессов завершается сходом селя. В ходе цикла одни процессы обуславливают другие, он способен длиться в течение ряда лет и на исследуемой территории составляет от 3 до 6 лет. Проводится анализ данных 2019 г. основных факторов проявления экстремальных экзогенных процессов в бассейне р. Черек Балкарского, где авторы проводят мониторинг последних, начиная с 2009 г. Показатели основных факторов экстремальных экзогенных процессов в 2019 г. не способствовало активизации последних, а в зимний сезон 2019/20 гг. – селевой активности летом 2020 г.

**Ключевые слова:** сель, цикл, экстремальные экзогенные процессы, горный ландшафт, Центральный Кавказ

**Ссылка для цитирования:** Караваяев В.А., Воскова А.В., Семиноженко С.С., Федин А.В., Лаппо Е.Г., Буланов С.А. Роль селей в цикле экстремальных экзогенных процессов в горах Центрального Кавказа (на примере бассейна реки Черек Балкарский). В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 6-й Международной конференции (Душанбе–Хорог, Таджикистан). Том 1. – Отв. ред. С.С. Черноморец, К.С. Висхаджиева. – Душанбе: ООО «Промоушн», 2020, с. 446–450.

## Role of debris flows in the cycle of extremal exogenic processes in the mountains of the Central Caucasus (case study of the Cherek Balkarsky river basin)

V.A. Karavaev<sup>1</sup>, A.V. Voskova<sup>2</sup>, S.S. Seminozhenko<sup>3</sup>, A.V. Fedin<sup>1</sup>, E.G. Lappo<sup>1</sup>,  
S.A. Bulanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,  
karavaev@igras.ru, fedinanton@mail.ru, ellappo@igras.ru, bulanov@igras.ru

<sup>2</sup>Genplan Institute, Moscow, Russia, avoskova@yandex.ru

<sup>3</sup>FSBI “Roslesinforг”, Moscow, Russia, gray\_wolf88@mail.ru

**Abstract.** The article assumes that the processes associated with the accumulation and movement of clastic material - landslide and debris flows, are cyclical and are subject to a complex effect of several factors. The novelty is their joint consideration. The cycle of development of extremal exogenic processes ends with debris flows. During the cycle, some processes cause others, it can last for a number of years, and in the study area is from 3 to 6 years. An analysis is made of the 2019 data of the main factors for the manifestation of extremal exogenic processes in the Cherek Balkarsky basin, where the authors monitor

the latter, starting in 2009. The state of the main factors of extremal exogenic processes in 2019 did not contribute to their active course, and their indices in the winter season of 2019/20. – debris flows activity in the summer of 2020.

**Key words:** *debris flows, cycle, extremal exogenic processes, mountain landscape, Central Caucasus*

**Cite this article:** Karavaev V.A., Voskova A.V., Seminozhenko S.S., Fedin A.V., Lappo E.G., Bulanov S.A. Role of debris flows in the cycle of extremal exogenic processes in the mountains of the Central Caucasus (case study of the Cherek Balkarsky river basin). In: Chernomorets S.S., Viskhadzhieva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 6th International Conference (Dushanbe–Khorog, Tajikistan). Volume 1. Dushanbe: “Promotion” LLC, 2020, p. 446–450.

## Введение

Авторы проводят мониторинг экстремальных экзогенных (геоморфологических) процессов (далее – ЭЭП) в бассейне р. Череха Балкарского, включающего в себя долины рек Карасу, Ахсу, Дыхсу, Лькези, Метиан-Суу, нескольких ручьёв и собственно Череха Балкарского, начиная с 2009 г. (рис. 1). Цель многолетних исследований состоит в выявлении закономерностей протекания этих процессов.

Анализируя вклад различных факторов в активизацию или ослабление процессов, связанных с накоплением и перемещением обломочного материала – обвально-осыпных [Воскресенский, 1992] и селей, мы предположили, что они имеют цикличность и подвержены комплексному воздействию нескольких факторов. Снежные лавины и русловые процессы сами не зависят непосредственно от накопления подобного материала, но способствуют разрушению литогенной основы и сведению растительности. Тем самым они активизируют процессы, участвующие в цикле [Караваяев, Семиноженко, 2016].

Схема цикла представляется нам так. После схода крупных селей в горном ландшафте в результате обвально-осыпных, русловых процессов, сходов лавин начинает накапливаться обломочный материал. По достижении критической массы даже при слабом воздействии любого из факторов, которые рассматриваются далее, происходит следующий сход. В качестве отправной точки был выбран именно **сход крупного селя**, поскольку он является наиболее комплексным процессом, по отношению к которому другие выступают как подготовительные [Опасные..., 2013]. К основным факторам подготовки горного ландшафта к проявлению экстремальных экзогенных процессов (далее – ЭЭП), помимо очевидных - осадков, температуры воздуха и сейсмичности [Уломов, 2008], предлагается относить также морозное выветривание - количество переходов температуры воздуха через ноль в холодное время года – в зимне-весенний период, химическое выветривание и микроморфологию обломочного материала – влияние химического состава и морфологии его частиц соответственно на вовлечение в ЭЭП, а также снегонакопление. Новизной является **совместное** рассмотрение этих факторов. Цикл развития этих экзогенных процессов, в ходе которого одни обуславливают другие, способен длиться в течение ряда лет.

В настоящее время мы получили результаты пробных химических анализов образцов обломочного материала, сделанных с.н.с. Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, к.г.н. Т.И. Знаменской, за что сердечно признательный ей. Микроморфологическое исследование образцов на электронном микроскопе совместно с н.с. Института географии РАН, к.б.н. В.А. Шишковым, которого мы также благодарим, тоже находится в начальной стадии. В связи с этим, два данных фактора в статье не анализируются.

**Финал предыдущего цикла ЭЭП.** Крупные сели на исследуемой территории сошли в июле 2017 г., до того – летом 2012 г. Цикл экстремальных процессов, таким образом, продлился 5 лет. По нашим наблюдениям, в бассейне р. Череха Балкарского он

длится от 3 до 6 лет. Предпосылками его завершения летом 2017 г. послужила совместная активность нескольких факторов, причём, в значительной степени, не непосредственная, а **заблаговременная**: необычайно обильные (более 240 мм) майские осадки, 3,5–балльное землетрясение в марте и, наконец, – многочисленные переходы температуры воздуха через ноль в марте и апреле. И если в марте морозное выветривание было незначительным вследствие скудных – менее 30 мм – осадков, то в апреле оно ощутимо усилилось, поскольку осадки составили уже более 120 мм. А уже в июле крупные сходы были предварены значительным повышением температуры воздуха, которое, таким образом, послужило «спусковым механизмом», и бурным летним половодьем. С тех пор идёт накопление обломочного материала – местные ландшафты проходят следующий цикл.

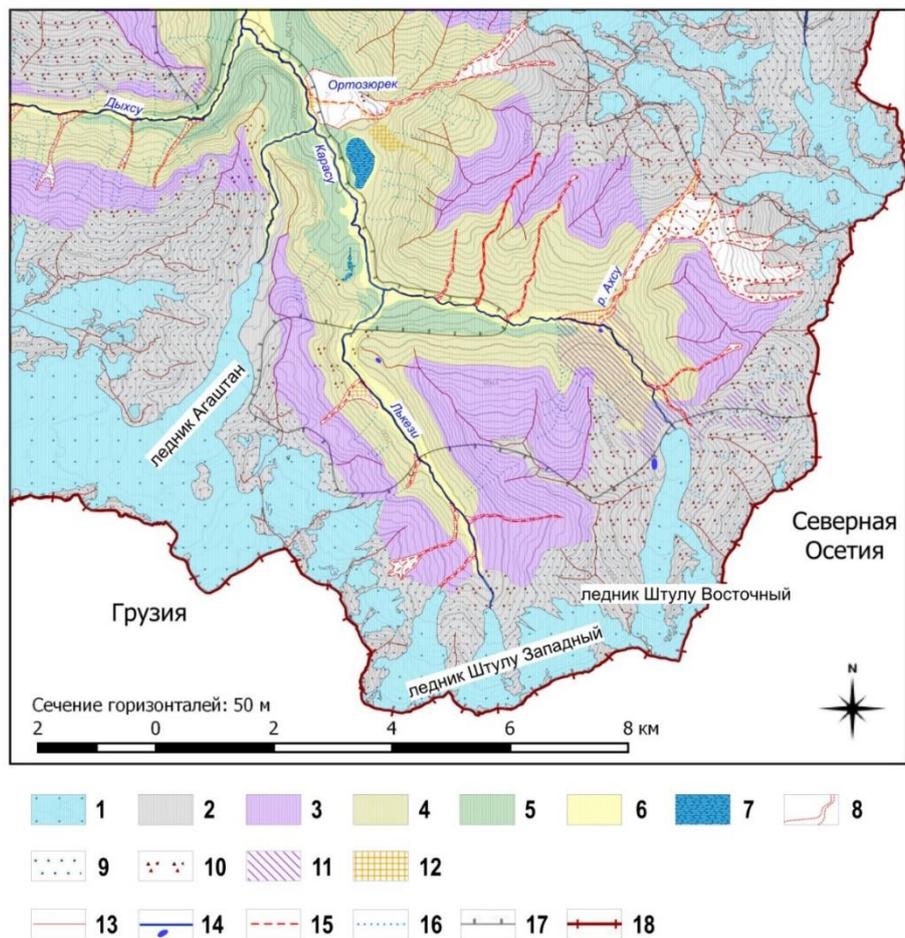


Рис. 1. Ландшафтные местности и участки интенсивного проявления экзогенных процессов (цит. по [Караваяев и др., 2019]). Типы ландшафтных местностей: 1 – нивальные, 2 – субнивальные, 3 – альпийские, 4 – субальпийские, 5 – горно-лесные, 6 – речных долин, 7 – болотные, 8 – селевые и селево-лавиновые. Участки интенсивного проявления экзогенных процессов: 9 – нивально-гравитационных, 10 – гравитационных, 11 – оползневых, 12 – пролювиальных. Линии развития экзогенных процессов: 13 – гребни горных хребтов, 14 – водные объекты, 15 – селевые русла, 16 – лавинные лотки. Границы: 17 – Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника, 18 – исследуемой территории

Fig. 1. Landscape areas and areas of intense manifestation of exogenic processes [Karavaev et al., 2019]. Types of landscape areas: 1 – nival, 2 – subnival, 3 – alpine, 4 – subalpine, 5 – mountain forest, 6 – river valleys, 7 – marsh, 8 – debris flow-avalanche and debris flow. Areas of intense manifestation of exogenic processes: 9 – nival-gravitational, 10 – gravitational, 11 – landslide, 12 – proluvial. Lines of development of exogenic processes: 13 – ridges of mountain ranges, 14 – water bodies, 15 – debris flow channels, 16 – avalanche trays. Borders: 17 – Kabardino-Balkarian high mountain reserve, 18 – study area

**Анализ факторов в 2019 г. – начале 2020 г.** Очевидно, что ведущую роль в создании условий для ЭЭП и, в частности, – селей – играют метеорологические факторы и производные от них – температура воздуха, осадки и, в меньшей степени, – морозное выветривание. Поэтому анализ метеорологических предпосылок зимнего сезона позволяет в большой степени представить картину протекания экзогенных процессов летом.

Ход температуры воздуха зимой 2019/20 гг. был не совсем традиционным для холодного времени года на исследуемой территории. Среднемесячные значения ноября и декабря составили обычные  $-1,7$  и  $-4,7^{\circ}\text{C}$  соответственно. Однако переход от тёплого времени года к холодному был резким – среднемесячная температура октября была намного выше и составляла  $5,9^{\circ}\text{C}$  (рис. 2а).

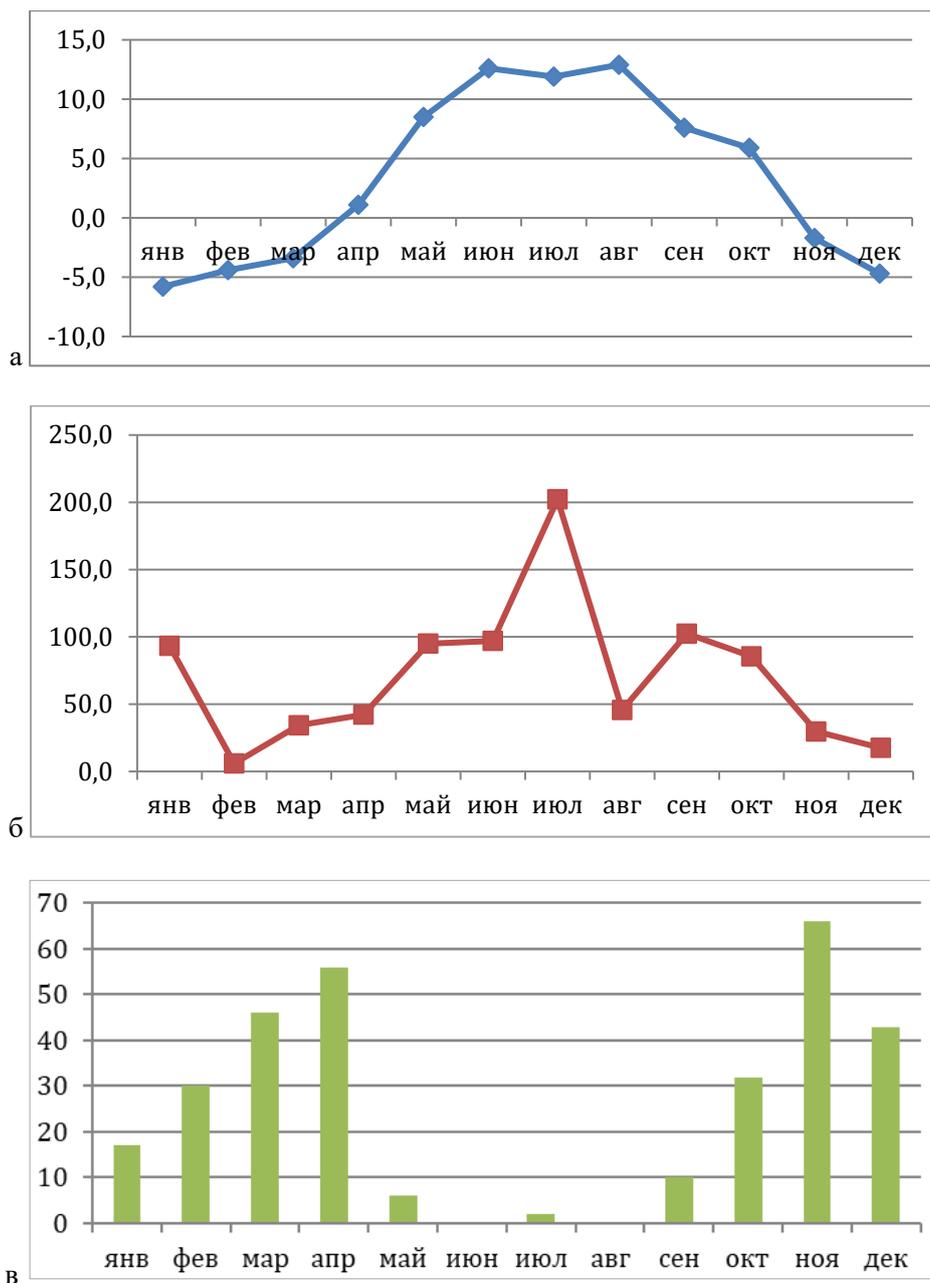


Рис. 2. Температура воздуха (а), осадки (б) и количество переходов температуры воздуха через ноль (в) в 2019 г.

Fig. 2. Air temperature (а), precipitation (б), number of air temperature through zero transitions (в) in 2019

Отметим прохладное лето 2019 г. – во все летние месяцы прошлого года её значения необычно низки для этого времени. Причём самым прохладным месяцем лета был июль, традиционно самый тёплый – был нетипично холоднее не только августа, но даже июня – температура составляла в среднем 11,9°C, в то время как в июне и августе наблюдалось 12,6 и 12,9°C соответственно – на графике хорошо виден «провал» (рис. 2а). Кроме того, в отличие от этих месяцев, в июле дважды были заморозки – отмечено два перехода через ноль. Низкая температура июля в значительной степени способствовала нейтрализации выпавших в этом месяце обильных (202,2 мм) осадков (рис. 2б) с точки зрения их вклада в активность ЭЭП: таяние ледников и снежников в высокогорье было слабым, а именно они питают многие селевые бассейны в верхних частях. Только 24 июля 2019 г. сошёл сель, перекрывший дорогу «Верхняя Балкария–Уштулу». Работы по расчистке заняли два дня.

Зима 2019/20 гг. была на редкость малоснежной. Так, в декабре выпало всего 17,5 мм осадков. Соответственно, лавинная активность в этом сезоне была очень слабой: единственная снежная лавина, заслуживающая внимания, сошла в районе Суру, в верховьях Черка Балкарского, после нетипичного для этой зимы мартовского снегопада. Русловые процессы весной также развиты слабо.

Сейсмическая активность в 2019 г. в местах исследования не проявлялась<sup>1</sup> – последнее землетрясение (4,8 баллов) случилось в ноябре 2018 г. Предыдущее – 4,2 балла – ровно за год до того.

Таким образом, состояние основных факторов ЭЭП в 2019 г. не способствовало активному протеканию последних и накоплению обломочного материала. Показатели факторов в зимний сезон 2019/20 гг. предполагают невысокую активность экзогенных процессов летом 2020 г.

### Список литературы

Воскресенский С.С. Склоновые процессы и морфолитогенез на склонах // Динамическая геоморфология. Изд-во Моск. ун-та, 1992. С. 112-136.

Каравасев В.А., Воскова А.В., Семиноженко С.С., Федин А.В., Лаппо Е.Г., Буланов С.А. Экстремальные экзогенные процессы в горных ландшафтах Центрального Кавказа // География и современные проблемы географического образования: мат-лы Всерос. научно-практич. конференции, посвящён. 100-летию со дня рождения В.И. Прокаева, 16-20 сентября 2019 г., г. Екатеринбург. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2019. С. 15-19.

Каравасев В.А., Семиноженко С.С. Цикл экстремальных геоморфологических процессов в бассейне р. Черек Балкарский // Геоморфология. 2016. № 2. С. 34-40.

Опасные природные процессы Северного Кавказа / В.В. Разумов (ред.). М.: Феория, 2013. – 320 с.

Уломов В.И. Выявление потенциальных очагов и долгосрочный прогноз сильных землетрясений на Северном Кавказе // Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Т. 1. Сейсмические процессы и катастрофы /А.О. Глико (под ред.). М.: ИФЗ РАН, 2008. С. 127-146.

<sup>1</sup> В данном случае мы учитываем землетрясения свыше 3,5 баллов.