
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 551

DOI 10.29003/m1383.0514-7468.2020_42_2/136-142

НОВЫЙ ЦИКЛ ОПАСНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЫСОКОГОРЬЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

В.А. Караваяев, А.В. Федин, С.С. Семиноженко¹

Процессы, связанные с накоплением и перемещением обломочного материала (обвальнo-осыпные и сели), по предположению авторов, имеют цикличность и подвержены комплексному воздействию нескольких факторов; новизна исследования заключается в их совместном рассмотрении. Цикл развития экстремальных экзогенных процессов (далее – ЭЭП), в ходе которого они взаимообусловлены, способен длиться ряд лет, на территории исследования – в бассейне р. Черка Балкарского, где работы ведутся с 2009 г. – от 3 до 6 лет. Авторы анализируют состояние основных факторов формирования ЭЭП – температуры воздуха, осадков, морозного выветривания и сейсмичности при завершении предыдущего цикла и в ходе текущего, особенно в 2019 – начале 2020 гг. Предпосылкой завершения предыдущего цикла ЭЭП летом 2017 г. послужила совместная активность нескольких факторов, причём в значительной степени заблаговременная. Выявлено, что состояние основных факторов ЭЭП в 2019 г. не способствовало накоплению обломочного материала и активному течению нового цикла. Показатели факторов в зимний сезон 2019/20 гг. позволяют прогнозировать невысокую активность экзогенных процессов летом 2020 г.

Ключевые слова: факторы формирования, цикл, экстремальные экзогенные процессы, горный ландшафт, обломочный материал, Центральный Кавказ.

Ссылка для цитирования: Караваяев В.А., Федин А.В., Семиноженко С.С. Новый цикл опасных процессов в высокогорье Центрального Кавказа // Жизнь Земли. 2020. Т. 42, № 2. С. 136–142. DOI 10.29003/m1383.0514-7468.2020_42_2/136-142

Поступила 15.04.2020 / Принята к публикации 20.05.2020

THE NEW CYCLE OF HAZARDOUS PROCESSES IN THE HIGHLANDS OF THE CENTRAL CAUCASUS

V.A. Karavaev¹, PhD, A.V. Fedin¹, S.S. Seminozhenko²

¹Institute of Geography RAS, Moscow

²Federal State Budgetary Institution "Roslesinforg", Moscow

¹ Караваяев Вадим Анатольевич – к.г.н., с.н.с. лаборатории геоморфологии, karavaev@igras.ru; Федин Антон Викторович – аспирант, Институт географии РАН, fedinanton@mail.ru; Семиноженко Сергей Сергеевич – главный специалист ФГБУ «Рослесинфорг», Москва, grey_wolf88@mail.ru.

The article assumes the processes associated with the accumulation and movement of clastic material – landslide-talus and debris flows, being cyclical and are subject to the complex effect of several factors. The novelty is their joint consideration. The cycle of extreme exogenous processes (EEP) development, during which some processes stipulate each others, can last for several years. The authors analyze the main factors in the formation of extremal exogenic processes: air temperature, precipitation, frost weathering and seismicity at the end of the previous cycle and during the current one, especially in 2019 – early 2020 in the Cherek Balkarsky river basin. The authors conduct monitoring research since 2009 there. It is assumed that the processes associated with the accumulation and movement of clastic material - landslide-talus, talus and debris flows are cyclical and are subject to a complex effect of several factors. Novelty of the research is in joint consideration of these factors. The cycle of EEP development, during which some factors determine others, can last for several years. Here the period is between 3 and 6 years. A prerequisite for the completion of the previous EEP cycle in the summer of 2017, greatly beforehand, was several factors joint activity. It was revealed that the state of the main EEP factors in 2019 did not contribute to their intensity, accumulation of clastic material and active flow of a new cycle. Factors for the winter season 2019/20 suggest a low activity of exogenic processes in the summer of 2020.

Keywords: formation factors, cycle, extremal exogenic processes, mountain landscape, clastic material, Central Caucasus.

Введение. Авторы проводят мониторинг экстремальных экзогенных (геоморфологических) процессов в бассейне р. Череха Балкарского, включающего в себя долины рек Карасу, Ахсу, Дыхсу, Лъкези, 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 [1] 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 [3].

Схема цикла представляется нам следующим образом. После схода крупных селей в горном ландшафте в результате обвально-осыпных, русловых процессов и сходов лавин начинает накапливаться новый 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 [4]. К основным факторам подготовки горного ландшафта к экстремальным экзогенным процессам (далее – ЭЭП), помимо очевидных – осадков, температуры воздуха и сейсмичности [5], предлагается относить также морозное выветривание, которое оценивается количеством переходов температуры воздуха через ноль, химическое выветривание и микроморфологию обломочного материала – влияние химического состава и морфологии его частиц соответственно на вовлечение в ЭЭП², а также снегонакопление.

² 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 признательны 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.

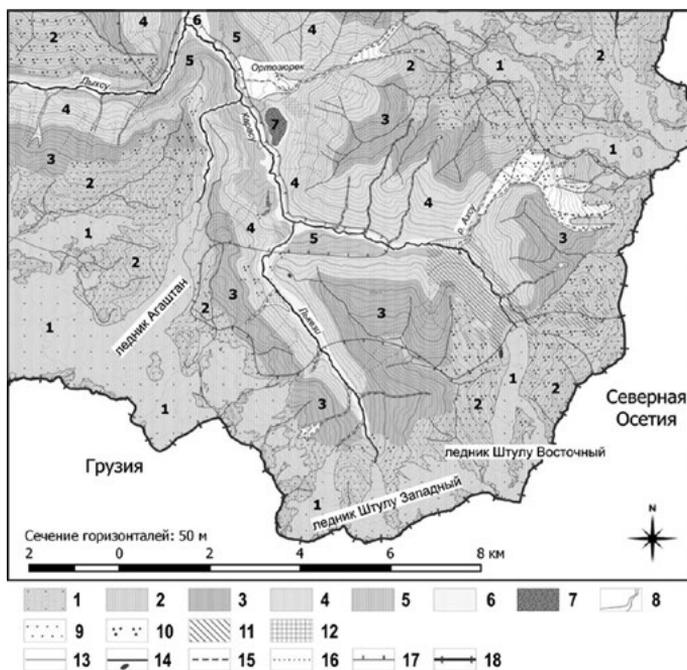


Рис. 1. Ландшафтные местности и участки интенсивного проявления экзогенных процессов [2]. *Типы ландшафтных местностей:* 1 – нивальные, 2 – субнивные, 3 – альпийские, 4 – субальпийские, 5 – горно-лесные, 6 – речных долин, 7 – болотные, 8 – селевые и селево-лавиновые. *Участки интенсивного проявления экзогенных процессов:* 9 – нивально-гравитационных, 10 – гравитационных, 11 – оползневых, 12 – пролювиальных. *Линии развития экзогенных процессов:* 13 – гребни горных хребтов, 14 – водные объекты, 15 – селеносные 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 [2]. *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.

Новизной является *совместное* рассмотрение этих факторов, для удобства которого графики их состояния расположены на одном поле. Так можно оценить «кумулятивный эффект» факторов, когда одновременная даже слабая активизация нескольких из них способна или усугубить подготовительные процессы, или спровоцировать сходы крупных селей. Цикл развития экзогенных процессов способен длиться в течение ряда лет.

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 лет³. 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 (рис. 2в). И если в марте морозное

³ По нашим наблюдениям, цикл экстремальных экзогенных процессов в бассейне р. Черка Балкарского доходит от 3 до 6 лет

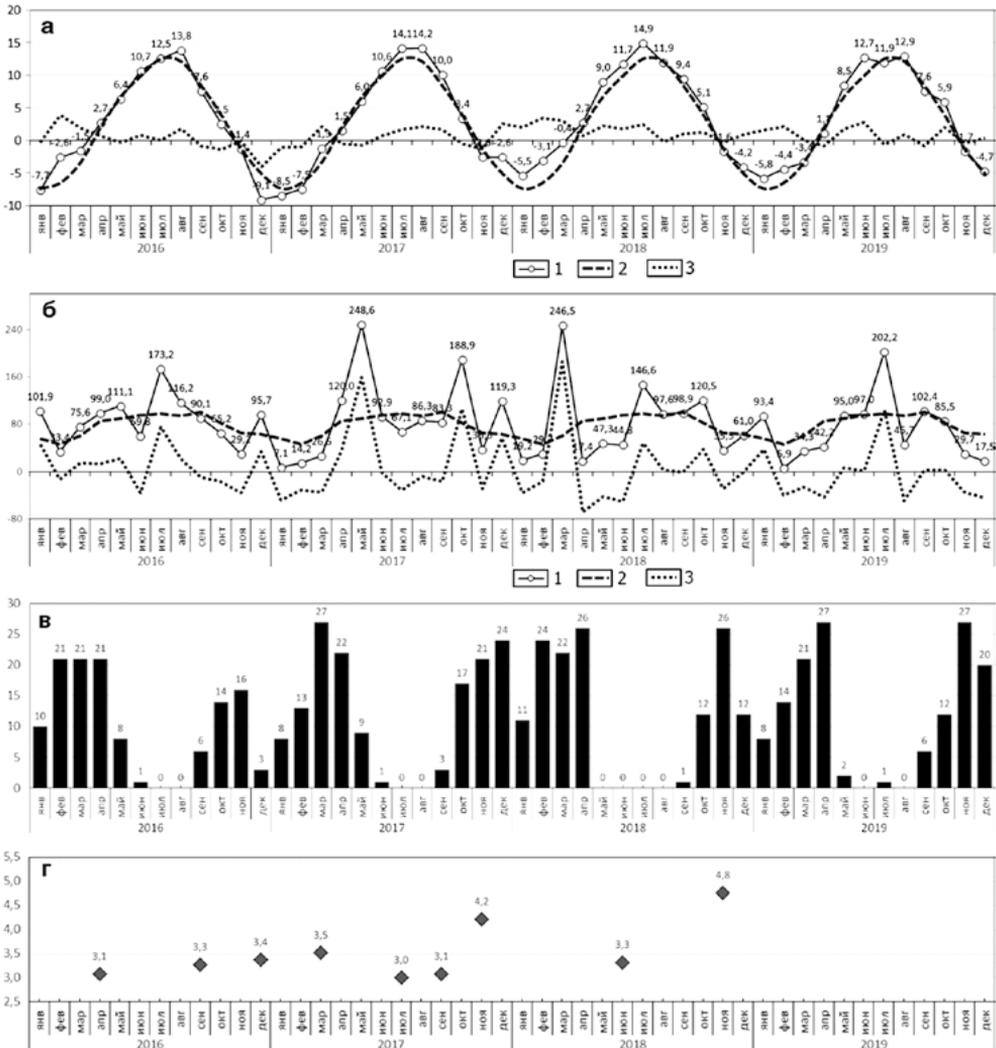


Рис. 2. Факторы формирования экстремальных экзогенных процессов в 2016–19 гг.: а – температура воздуха, °С, б – осадки, мм, в – количество дней с переходами температуры воздуха через 0°С, г – землетрясения, баллы; 1 – среднемесячные значения за год, 2 – среднемесячные значения за 1951–2013 гг., 3 – отклонения среднемесячных значений за год (1) от среднемесячных значений за 1951–2013 гг. (2)

Fig. 2. Factors of the formation of extremal exogenic processes in 2016–19: а – air temperature, °С, б – precipitation, mm, в – number of days with air temperature transitions through 0°С, г – earthquakes, points; 1 – monthly average values per year, 2 – monthly average values for 1951–2013, 3 – deviations of average monthly values per year (1) from monthly average values for 1951–2013 (2).

выветривание было незначительным вследствие скудных – менее 30 мм – осадков, то в апреле оно ощутимо усилилось, поскольку осадки составили уже более 120 мм (рис. 2б). А уже в июле крупные сходы были предвараены значительным повышением температуры воздуха (рис. 2а), которое, таким образом, послужило «спусковым механизмом», и бурное летнее половодье (рис. 3). С тех пор идёт накопление обломочного материала – местные ландшафты проходят следующий цикл.



Рис. 3. Срезанный борт долины р. Лъкези (бассейн р. Черка Балкарского) после половодья (фото В.А. Караваева, 18 июля 2017 г.).

Fig. 3. Cut side of the L'kezi river valley (Cherek Balkarsky river basin) after a flood (photo by V. Karavaev, July 18, 2017).

Анализ ситуации 2019 г. – начала 2020 г. Рассмотрим более детально основные факторы в 2019 – начале 2020 гг. Это позволит в большой степени представить картину экзогенных процессов летом.

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, количество переходов температуры через ноль.

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. 4а).

Отметим прохладное лето 2019 г. – на графике температуры воздуха за последние 4 года хорошо видно, что во все летние месяцы прошлого года её значения необычно низки для этого времени (рис. 2а). Причём самым холодным месяцем лета был июль, традиционно самый тёплый – он был нетипично холоднее не только августа, но даже июня – температура составляла в среднем $11,9^{\circ}\text{C}$, в то время как в июне и августе наблюдалось $12,6$ и $12,9^{\circ}\text{C}$, соответственно, – на графике хорошо виден «провал» (рис. 4а). Кроме того, в отличие от этих месяцев, в июле дважды были заморозки – отмечено два перехода через ноль⁴. Низкая температура июля в значительной степени способствовала нейтрализации выпавших в этом месяце обильных ($202,2$ мм) осадков (рис. 4б) с точки зрения их вклада в активность ЭЭП⁵: таяние ледников и снежников в высокогорье было слабым, а именно они питают многие селевые бассейны в верхних частях. Подобная ситуация сложилась, например, в июле 2015 г. (рис. 5).

⁴ Графики количества переходов температуры воздуха через ноль в 2016–19 гг. (рис. 2в) показывают только количество дней, когда были переходы. Отдельно для 2019 г. по усовершенствованной и трудоёмкой методике на срочных данных (каждые 3 часа) был построен более репрезентативный график, где учтён каждый случай перехода в течение одного дня (рис. 4в).

⁵ 24 июля 2019 г. сошёл сель, перекрывший дорогу Верхняя Балкария–Уштулу. Работы по расчистке заняли два дня.

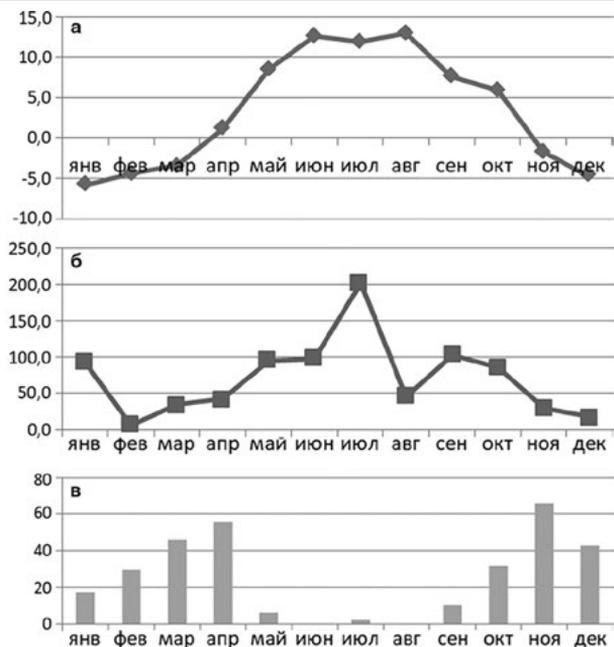


Рис. 4. Температура воздуха (а), осадки (б) и количество переходов температуры воздуха через ноль (в) в 2019 г.

Fig. 4. Air temperature (a), precipitation (б), number of air temperature through zero transitions (в) in 2019.



Рис. 5. Снежник–перелеток в долине р. Лъкези – индикатор холодного лета и слабого таяния в высокогорье (фото В.А. Караваева, 4 июля 2015 г. – см. цв. фото на 3 с. обложки).

Fig. 5. Summer snowfield in the L'kezi river valley – an indicator of cold summer and slight melting in the highlands (photo by V. Karavaev, July 4, 2015).

Зима 2019/20 г. 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 2020 г. также развиты слабо.

Сейсмическая активность в 2019 г. в местах исследования не проявлялась⁶ – последнее землетрясение (4,8 балла) случилось в ноябре 2018 г. Предыдущее – 4,2 балла – ровно за год до того (см. рис. 2г).

Заключение. Крупные сели на исследуемой территории сошли в июле 2017 г., до того – летом 2012 г. Цикл экстремальных процессов, таким образом, продлился 5 лет. Предпосылками его завершения летом 2017 г. послужила совместная активность нескольких факторов, причём, в значительной степени, не непосредственная, а заблаговременная.

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.

Благодарности. Авторы благодарят инспектора Кабардино-Балкарского государственного высокогорного заповедника Ильяса Газаева за ценную консультацию по особенностям ЭЭП в 2019 – начале 2020 гг. и Кабардино-Балкарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (директор – Е.М. Богаченко) за предоставленные метеорологические данные.

Статья подготовлена в рамках государственного задания на научно-исследовательские работы Института географии РАН № 0148-2019-0005, ЦИТИС: АААА-А19-119021990091-4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воскресенский С.С. Склоновые процессы и морфолитогенез на склонах // Динамическая геоморфология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. С. 112–136.
2. Карavaев 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. конф., 16–20 сентября 2019 г., г. Екатеринбург. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2019. С. 15–19.
3. Карavaев В.А., Семиноженко С.С. Цикл экстремальных геоморфологических процессов в бассейне реки Черек Балкарский // Геоморфология. 2016. № 2. С. 34–40.
4. Опасные природные процессы Серного Кавказа / Под ред. В.В. Разумова. М.: Феория, 2013. 320 с.
5. 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 / Под ред. А.О. Глико. М.: ИФЗ РАН, 2008. С. 127–146.

REFERENCES

1. Voskresensky S.S. Slope processes and morpholithogenesis on the slopes. *Dynamic geomorphology*. P. 112–136. (Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1992) (in Russian).
2. Karavaev V.A., Voskova A.V., Seminozhenko S.S., Fedin A.V., Lappo E.G., Bulanov S.A. Extreme exogenous processes in the mountain landscapes of the Central Caucasus. *Geography and modern problems of geographic formation: materials of All-Russian scientific and practical Conference, September 16–20, 2019, Ekaterinburg*. P. 15–19 (Ekaterinburg: Ural'skij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet, 2019) (in Russian).
3. Karavaev V.A., Seminozhenko S.S. A cycle of extreme geomorphological processes in the Cherek Balkarsky river basin. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2, 34–40 (2016) (in Russian).
4. Razumov V.V. (ed.). *Dangerous natural processes of the Sulfur Caucasus*. 320 p. (Moscow: Feoria, 2013) (in Russian).
5. Ulomov V.I. Identification of potential sources and long-term forecast of strong earthquakes in the North Caucasus. *Changes in the environment and climate. Natural and related technological disasters*. Vol. 1. Seismic processes and disasters. Ed. by A.O. Gliko. P. 127–146 (Moscow: Institut Fiziki Zemli RAN, 2008) (in Russian).

⁶ В данном случае мы учитываем землетрясения свыше 3 баллов.