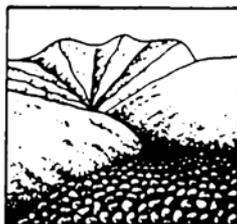


СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Труды
8-й Международной конференции

Тбилиси, Грузия, 6–10 октября 2025 г.



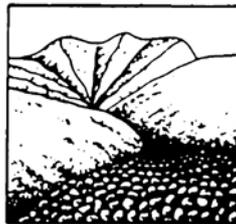
Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили, К.С. Висхаджиева

ООО «Геомаркетинг»
Москва
2025

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Proceedings
of the 8th International Conference

Tbilisi, Georgia, 6–10 October 2025



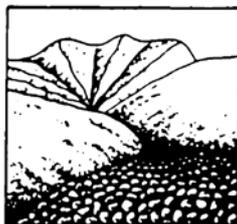
Edited by
S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili, K.S. Viskhadzhieva

Geomarketing LLC
Moscow
2025

ღვარცოფები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა

მე-8 საერთაშორისო კონფერენციის
მასალები

თბილისი, საქართველო, 6-10 ოქტომბერი, 2025



რედაქტორები
ს. ს. ჩერნომორეც, გ. ვ. გავარდაშვილი, კ. ს. ვისხაჯიევა

შპს „გეომარკეტინგი“
მოსკოვი
2025

УДК 551.311.8
ББК 26.823
С29

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 8-й Международной конференции (Тбилиси, Грузия). – Отв. ред. С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили, К.С. Висхаджиева. – Москва: ООО «Геомаркетинг», 2025. 496 с.

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 8th International Conference (Tbilisi, Georgia). – Ed. by S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili, K.S. Viskhadzhieva. – Moscow: Geomarketing LLC, 2025. 496 p.

ღვარცოფები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა. მე-8 საერთაშორისო კონფერენციის მასალები. თბილისი, საქართველო. – პასუხისმგებელი რედაქტორები ს.ს. ჩერნომორეც, გ.ვ. გავარდაშვილი, კ.ს. ვისხაჯიევა. – მოსკოვი: შპს „გეომარკეტინგი“, 2025. 496 ს.

Ответственные редакторы: С.С. Черноморец (МГУ имени М.В. Ломоносова), Г.В. Гавардашвили (Институт водного хозяйства имени Цотне Мирцхулава Грузинского технического университета), К.С. Висхаджиева (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Edited by S.S. Chernomorets (M.V. Lomonosov Moscow State University), G.V. Gavardashvili (Tsozne Mirtskhulava Institute of Water Management, Georgian Technical University), K.S. Viskhadzhieva (M.V. 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).

ISBN 978-5-6053539-4-2

© Селевая ассоциация
© Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава
Грузинского технического университета

© Debris Flow Association
© Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University

© ღვარცოფების ასოციაცია
© საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტი



Региональные особенности влияния селевых процессов на изменение ландшафтов южного склона Большого Кавказа

И.Я. Кучинская, Э.Д. Керимова

*Институт географии имени академика Г.А. Алиева Министерства Науки и
Образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан,
irina.danula@gmail.com, Bakinskiy.breeze@gmail.com*

Аннотация. В конце XX – начале XXI в. отмечается повышенная активность проявления селевых процессов в горных геосистемах Большого Кавказа в пределах Азербайджана, территория которых интенсивно осваивается под туристско-рекреационную деятельность. Установлено, что селевые явления оказывают значительное влияние на отдельные компоненты природных ландшафтов, особенно в нивальной, горно-луговой и горнолесной зонах. Сели способствуют разрушению почвенно-растительного покрова, изменению условий увлажнения, водооттока и других экологических характеристик. Сложное и разнообразное строение ландшафтов Большого Кавказа определяет неравномерность проявления селевых процессов, особенно в долинах таких рек, как Кишчай, Мухахчай, Шинчай, Гирдыманчай, Дамирапаранчай и других. Причем как в дифференциации ландшафтов, так и в изменении степени их трансформации наблюдается влияние взаимодействия комплекса факторов, действующих в виде цепочки. Одни факторы непосредственно влияют на сложность структуры ландшафтов, другие являются их следствием. Для оценки активности селевых процессов и изменений в ландшафтной структуре региона использовались данные спутниковых снимков Landsat, а также картографический, фондовый и полевой материал. В ходе работы были выявлены характерные черты трансформации геосистем, вызванные селевыми потоками, и установлено, что подобные изменения отличаются продолжительным воздействием и напрямую зависят от высотного положения, мощности и свойств селевых отложений. В статье проведен комплексный анализ селевых процессов с использованием разновременных дистанционных данных и их интеграцией с ландшафтными характеристиками, что позволило установить пространственно-временные закономерности трансформации геосистем. Впервые выполнена попытка ландшафтной интерпретации последствий селевых явлений на разных высотных поясах горных территорий Азербайджана. Результаты исследования могут быть полезны при зонировании территорий по степени подверженности селевым процессам, в планировании природоохранных мероприятий и устойчивого развития туристско-рекреационных зон.

Ключевые слова: *селевой процесс, ландшафт, трансформация ландшафтов, градация, ГИС-технология*

Ссылка для цитирования: Кучинская И.Я., Керимова Э.Д. Региональные особенности влияния селевых процессов на изменение ландшафтов южного склона Большого Кавказа. В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 8-й Международной конференции (Тбилиси, Грузия). – Отв. ред. С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили, К.С. Висхаджиева. – М.: ООО «Геомаркетинг», 2025, с. 227–239.

Regional features of the influence of debris flow processes on changes in the landscapes of the southern slope of the Greater Caucasus

I.Ya. Kuchinskaya, E.J. Karimova

*Institute of Geography named after academician H.A. Aliyev, Ministry of Science and
Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, irina.danula@gmail.com,
Bakinskiy.breeze@gmail.com*



Abstract. At the end of the 20th century and the beginning of the 21st century, increased activity of debris flow processes was observed in the mountainous geosystems of the Greater Caucasus within the territory of Azerbaijan, which is being intensively developed for tourism and recreational purposes. It has been established that debris flows significantly affect certain components of natural landscapes, particularly in the nival, mountain-meadow, and mountain-forest zones. These processes lead to the destruction of soil and vegetation cover, changes in moisture conditions, runoff patterns, and other ecological characteristics. The complex and diverse structure of the landscapes of the Greater Caucasus contributes to the uneven manifestation of debris flow activity, especially in the valleys of rivers such as Kishchay, Mukhakhchay, Gusarchay, Shinchay, Girdymanchay, Damiraparanchay, and others. Both the differentiation of landscapes and the degree of their transformation are influenced by the interaction of a range of factors acting in a chain-like manner. Some factors directly impact the complexity of landscape structures, while others are consequences of those changes. To assess the intensity of debris flow activity and changes in the region's landscape structure, data from Landsat satellite imagery were used, alongside cartographic materials, archival sources, and field observations. The study identified characteristic features of geosystem transformation caused by debris flows and found that these changes are long-lasting and strongly dependent on elevation, thickness, and the properties of debris deposits. The article presents a comprehensive analysis of debris flow processes using multi-temporal remote sensing data integrated with landscape characteristics, which allowed for the identification of spatial and temporal patterns of geosystem transformation. For the first time, an attempt was made to interpret the landscape consequences of debris flow events across different altitudinal zones of Azerbaijan's mountainous territories. The findings of this study can be useful for zoning areas according to their susceptibility to debris flows, as well as for planning environmental protection measures and the sustainable development of tourism and recreational zones.

Key words: *debris flow, landscape, landscape transformation, gradation, GIS technology*

Cite of this article: Kuchinskaya I.Ya., Karimova E.J. Regional features of the influence of debris flow processes on changes in the landscapes of the southern slope of the Greater Caucasus. In: Chernomorets S.S., Gavardashvili G.V., Viskhadzhieva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 8th International Conference (Tbilisi, Georgia). Moscow: Geomarketing LLC, 2025, p. 227–239.

Введение

Селевые процессы представляют собой одну из главных природных угроз в горных и предгорных регионах Азербайджана. Специфика рельефа, резкие климатические изменения и человеческое воздействие способствуют увеличению частоты и масштаба селей. Изучение распространения и классификации селевых очагов в различных высотных ландшафтах, а также оценка их влияния на изменение ландшафтов являются важными задачами. Это понимание позволяет глубже разобраться в динамике природных явлений и их воздействии на экологическую ситуацию в регионе.

Краткий обзор проблемы

В рамках нашего исследования мы сосредоточились на современных геосистемах южного склона Большого Кавказа. Эти районы, как и большинство горных экосистем, показывают низкую устойчивость к природным и антропогенным нагрузкам, что делает их подверженными трансформации как всего комплекса, так и его отдельных частей. Южный склон демонстрирует высокую активность селевых потоков, и за последние 15 лет здесь было зафиксировано около 100 случаев схода селей, что существенно повлияло на окружающую среду [Каримова, Кучинская, 2018] (рис. 1).

На южном склоне Большого Кавказа наиболее интенсивное распространение селевых очагов наблюдается в междуречье Мухахчай и Фильфиличай [Махмудов, 2008;



Набиев, 1985]. Это объясняется сочетанием множества факторов, таких как наличие горных пород с низкой устойчивостью к денудации, активность неотектонических процессов, выраженная расчленённость рельефа, крутые склоны, преобладание ливневых осадков и влияние человеческой деятельности (таблица 1).

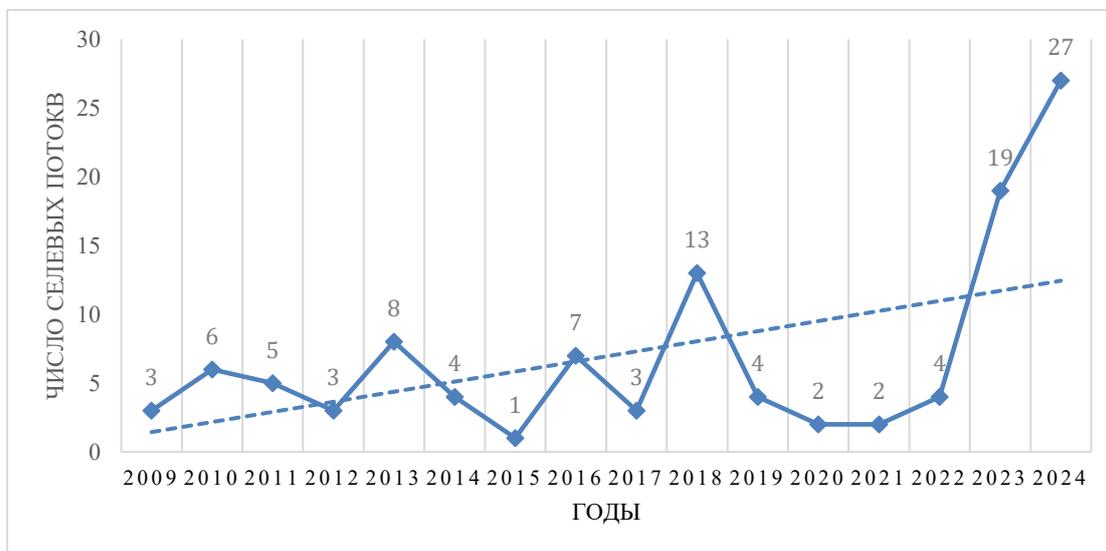


Рис. 1. Динамика количества селевых потоков по годам (2009–2024)

Таблица 1. Анализ площади и доли селевых очагов в разных ландшафтных поясах бассейнов рек южного склона Большого Кавказа

Названия бассейнов селеносных рек	Площадь бассейнов селеносных рек в км ²		Площадь селевых очагов в бассейне рек		Пивально-субивальный ландшафтный пояс		Горно-луговой ландшафтный пояс															
											Альпийско-луговой ландшафтный подпояс						Субальпийско-луговой ландшафтный подпояс					
							Общая площадь пояса в бассейне		Площадь селевых очагов в ландшафтном поясе		Общая площадь пояса в бассейне		Площадь селевых очагов в ландшафтном поясе		Общая площадь пояса в бассейне		Площадь селевых очагов в ландшафтном подпоясе		Общая площадь пояса в бассейне		Площадь селевых очагов в ландшафтном подпоясе	
							в км ²	в %	в км ²	в %	в км ²	в %	в км ²	в %	в км ²	в %	в км ²	в %	в км ²	в %	в км ²	в %
Мухаччай	373,4	66,6	17,8	7,0	1,87	4,6	65,7	86,7	23,2	19,3	22,2	26,3	6,1	23,2	60,4	13,2	21,9	213,2	57,1	42,7	20,0	
Курмухчай	263,0	66,5	25,3	7,20	2,73	5,5	76,4	115,6	43,9	45,7	39,5	26,8	17,5	65,3	88,8	28,2	31,8	107,8	41,0	15,3	14,2	
Шинчай	160,7	47,5	29,6	9,10	5,66	5,3	58,2	81,8	50,9	28,4	34,7	18,3	10,6	57,9	63,5	17,8	28,0	88,8	55,3	13,8	15,5	
Киччай	154,4	48,4	31,3	16,00	10,4	10,7	66,9	36,1	23,4	21,4	59,3	9,2	4,7	51,1	26,9	16,7	62,1	88,9	57,6	16,3	18,3	
Дашагильчай	143,3	36,1	25,1	5,70	3,98	4,1	71,9	49,7	34,7	17,6	35,4	14,6	8,6	58,9	35,1	9,0	25,6	73,3	51,2	14,4	19,6	
Халхалчай	93,9	22,4	23,9	1,8	1,91	1,7	94,4	28,0	29,8	7,5	26,8	5,5	3,1	56,4	22,5	4,4	19,5	58,2	62,0	13,2	22,7	
Фильфильчай	108,6	46,5	42,8	15,40	14,2	11,3	73,4	46,9	43,2	18,0	38,4	16,3	10,3	63,2	30,6	7,7	25,1	27,2	25,0	17,2	63,2	

Методы

Для оценки активности селевых процессов и изменений в ландшафтной структуре южного склона Большого Кавказа использовались различные данные, включая спутниковые снимки (CNES/Airbus, Maxar Technologies GeoEye-1, Sentinel-2A и 2B) с различным временным разрешением, топографические (М 1:100000) и тематические карты, фондовые материалы, а также результаты полевых исследований. Анализ космических снимков позволил выявить динамику развития селевых очагов, изменения в растительном покрове, морфологические преобразования склонов и русловых систем. Картографический материал использовался для сопоставления исторических данных и актуального состояния ландшафтов, а полевые наблюдения позволили уточнить типологические особенности селевых форм, характер антропогенного воздействия и степень деградации геосистем.

Комплексный подход обеспечил всестороннюю оценку пространственно-временной динамики селевых процессов, а также их вклада в трансформацию природной среды региона.



Анализ

Анализ фондовых и полевых материалов показал, что условия образования, распространения и генетической дифференциации селевых очагов в различных высотных ландшафтных поясах значительно различаются.

Нивально-субнивальный ландшафтный пояс

Селевые очаги наибольшее распространение получили в нивально-субнивальном ландшафтном поясе, который охватывает узкую водораздельную часть Главного Кавказского хребта с абсолютными высотами более 3000 м. В зависимости от изменения высот рельефа этот ландшафтный пояс местами сужается или расширяется. В верховьях рек Мухачай, Курмухчай, Шинчай, Кишчай, Фильфиличай данный пояс приурочен к районам гор Ахвай, Сейит-Юрт, Чахыл, Малкамуд и др., распространяясь на 2–2,5 км к югу от водораздела Главного Кавказского хребта [Керимова, Кучинская, 2018].

Нивально-субнивальным ландшафтным поясом характеризуется высокой обнаженностью коренных пород, интенсивными процессами их разрушения, формированием твердых составляющих селевых потоков, что делает его одним из самых активных селеопасных районов. Территория пояса состоит в основном из глинистых сланцев и песчаников юрского возраста, частично — из мергелей и известняков мелового возраста [Шихалибейли, 1956].

Наличие крутых (более 35°) обрывистых склонов, суровый климат нагорных тундр и ограниченное развитие почвенно-растительного покрова в пределах этого ландшафта способствуют усилению процессов физического выветривания. В период выпадения ливневых осадков и интенсивного снеготаяния происходит движение продуктов выветривания вниз по склонам и их накопление в основном русле, что усиливает активность селевых процессов [Будагов, 1963].

Горно-луговой ландшафтный пояс

Горно-луговой ландшафтный пояс охватывает полосу интенсивно расчленённого рельефа в пределах абсолютных высот от 2100 до 3000 м. Под влиянием антропогенной трансформации, в частности вырубки лесов, его нижняя граница местами смещается до отметок 1600–1700 м. С литологической точки зрения, территория пояса сложена преимущественно темноцветными глинистыми и песчанистыми сланцами, песчаниками, а также мергелями и известняками юрского и мелового возраста. Пространственно он приурочен к сопредельной зоне Тфанского антиклинория и северному крылу Загатало-Говдагского синклинория [Будагов, 1963].

Рельеф пояса характеризуется глубоко врезанными речными долинами и крутыми, сильно расчленёнными склонами, на которых развиты процессы обвалов, осыпей, оползней и россыпей. Эти формы рельефа во многих случаях выступают как локальные очаги формирования селевых процессов.

Климат территории холодный, с избыточным увлажнением, влажной зимой и прохладным летом. В холодный и относительно сухой период года активизируются процессы физического выветривания, способствующие накоплению рыхлого обломочного материала, являющегося основой формирования селевых потоков. Продолжительность периода активного выветривания и денудации на южном склоне Большого Кавказа достигает 180–200 дней в году, что имеет важное значение для образования коры выветривания и накопления продуктов разрушения горных пород [Тарихазер, 2019; Nabiyev et al., 2019].

Интенсивная расчленённость рельефа (до 4–6 км/км²), обилие крутых склонов (более 35°), а также большое количество атмосферных осадков способствуют формированию оголённых участков, где луговые ландшафты развиты фрагментарно, в виде разорванных ареалов.



В пределах пояса сформировались горно-луговые дерновые почвы, характеризующиеся достаточно мощным почвенным профилем. На них произрастают густые низкотравные сообщества: типчаковые, типчаково-осоковые, злаковые, злаково-бобовые и др. Вместе с тем, на склонах, лишённых почвенно-растительного покрова, активно развиваются очаги селевой активности, представленные преимущественно обвалами, осыпями, россыпями и оползнями.

Природно-территориальные комплексы, сформированные на этих генетических типах селевых очагов и расположенные у подножий склонов и в понижениях рельефа, относятся к числу наиболее молодых [Тарихазер и др., 2021; Тарихазер и др., 2022]

В сравнении с нивально-субнивальным поясом, интенсивность экзогенных рельефообразующих процессов здесь относительно ниже. Однако, согласно результатам исследований, значительная часть территории пояса представляет собой активные или потенциальные селевые очаги, что позволяет рассматривать его как зону перспективного селепроявления.

Альпийский ландшафтный подпояс в пределах исследуемой территории развит на высоте от 2600 до 3000 м. Здесь склоны крутые (более 35°), сильно расчленены (3,5–5,5 км/км²) речной и овражной сетью. Количество выпадающих атмосферных осадков (часто в виде ливней) составляет 1200–1300 мм [Мамедалидзе, 1986; Мамедов, 1976].

В подпоясе широко распространены селевые очаги, представленные обвальными, осыпными, россыпными и оползневными материалами. Эти генетические типы селевых очагов осложняют комплексы ландшафтных видов и придают им специфический характер.

Климат подпояса характеризуется суровой зимой и прохладным летом. Среднегодовая температура 0–2С°, среднемесячная января от -3,7С° до -9С° [Шихлинский, Мадатзаде, 1968].

В данном ландшафтном подпоясе развиты горно-луговые дерновые, частично торфянистые и примитивные почвы. Инфильтрационные свойства горно-луговых дерновых почв способствуют поглощению большей части атмосферных осадков. Это должно было бы привести к ослаблению поверхностного стока на склонах, но разрушение дернового покрова в результате интенсивного и непланового выпаса скота в условиях большой крутизны склонов оказывает сильное влияние на ухудшение водопроницаемости этих почв, усиление экзогенных рельефообразующих процессов, вследствие чего образуются различные селевые очаги [Nabiyev et al, 2019].

Субальпийский ландшафтный подпояс развит на высоте от 200–2200 до 2600 м. Рельеф здесь сильно расчленен (94,5–5,5 км/км²) речной и овражной сетью, литологически сложен легкоподдающимися выветриванию глинистыми сланцами и песчаниками юрского возраста в западной части, и известняками и мергелями мелового возраста на востоке. Климат данного подпояса характеризуется сухой зимой и прохладным летом. Здесь наблюдается некоторое повышение температуры: среднегодовая 2–5С°, среднемесячная января -10–6С°, а июля +11–15С°. Годовая сумма среднегодовых осадков составляет 1300 мм [Шихлинский, Мадатзаде, 1968].

Горно-лесной ландшафтный пояс

Горно-лесной ландшафтный пояс имеет наиболее широкое распространение между абсолютными высотами от 500–550 м до 2000–2200 м (местами может подниматься до 2500–2550 м). Однако, крутые склоны, интенсивные экзогенные процессы, ливневый характер атмосферных осадков и антропогенные факторы препятствуют развитию сплошного лесного покрова на этих высотах.

В поясе господствует умеренно-теплый климат с почти равномерным распределением осадков во все сезоны, характеризующийся мягкой зимой и умеренно-жарким летом. Сумма температур среднегорья более 10 градусов достигает 2500–3800 [Шихлинский, Мадатзаде, 1968].

В горно-лесном поясе оголенные участки встречаются меньше, чем в предыдущих поясах, но в связи с вырубкой деревьев, усилением выпаса скота, наличием крутых



склонов имеются предпосылки для образования селевых очагов, представленных осыпными, обвальными, оползневыми материалами.

Здесь, в основном, развиты флювиальные типы (аккумулятивные террасы, конусы выносов боковых притоков и оврагов, пойменные и русловые отложения) селевых очагов, нагроможденных в речной долине во время прохождения селей.

Изменение ландшафтов в горных районах связано не только с непосредственным сходом селей, но и с воздействием комплекса процессов, предшествующих их формированию, — таких как обвалы, осыпи, оползни и лавины, оказывающих существенное влияние на морфологию склонов и пространственную структуру природных комплексов. Эти процессы дестабилизируют склоновые системы, активизируют перенос рыхлого материала и подготавливают условия для последующего формирования селевых потоков. В результате их воздействия происходит не только разрушение устойчивых геоконструкций, но и формирование новых морфологических форм, отличающихся по степени расчленённости, почвенному покрову и растительности [Кучинская и др., 2017] (рис. 2–4).



Рис. 2. Молодой лес, сформировавшийся на селевых массах в бассейне реки Кишчай



Рис. 3. Кустарниковые заросли, сформировавшиеся на селевых массах в бассейне реки Шинчай

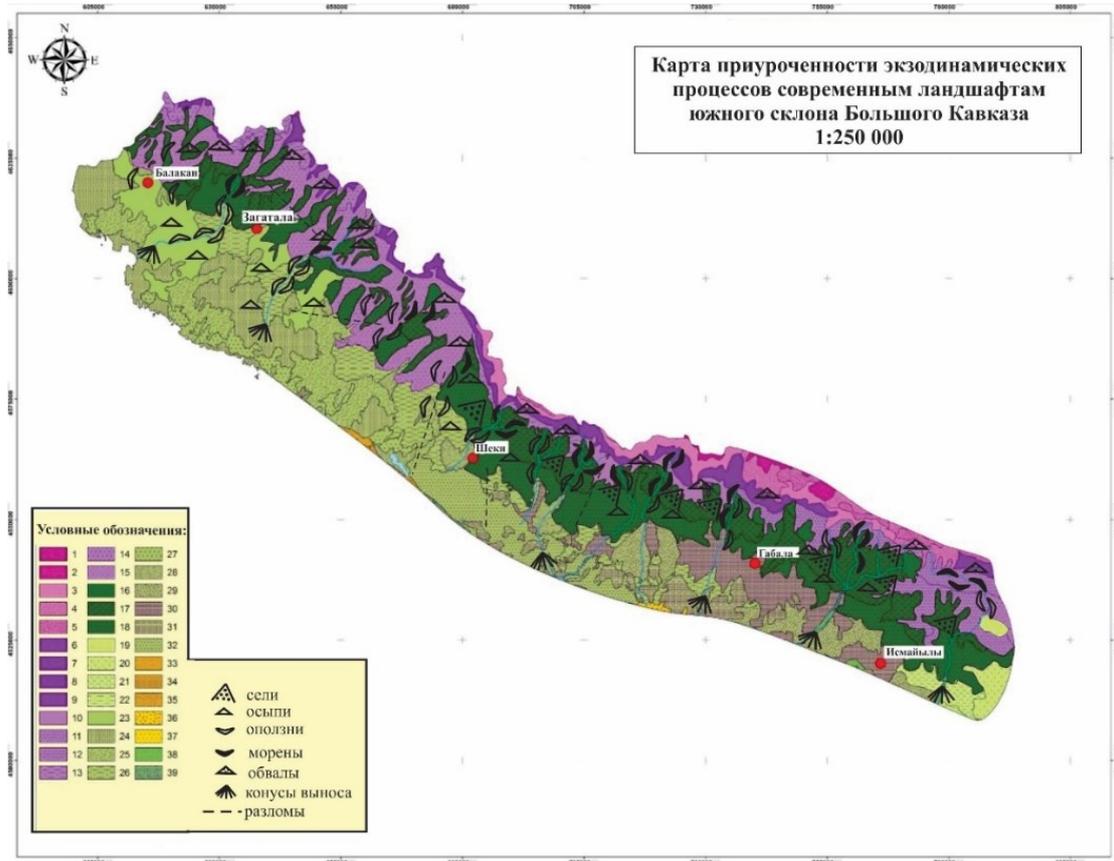


Рис. 4. Карта приуроченности экзогенных процессов современным ландшафтам южного склона Большого Кавказа.

Легенда: Ландшафты высоких гор с холодным, умеренно-влажным климатом: 1. Нивальные (1–2). 2. Субнивные (3–5). Горно-луговые ландшафты с влажным и умеренно-влажным климатом: 3. Альпийские луга (6–9). 4. Субальпийские луга (10–15). Умеренно-влажные горно-лесные ландшафты: 5. Буково- и дубово-грабовые леса среднегорий и частично высокогорий (16–18). Ландшафты среднегорий и низкогорий с умеренно-влажным климатом: 6. Лесостепные, степные и горно-луговые ландшафты низкогорий и среднегорий (19–22). Ландшафты умеренно-влажных аккумулятивных равнин: 7. Лесные, лесостепные и луго-степные, кустарниковые ландшафты аккумулятивных равнин (23–32). Аридные и семиаридные ландшафты низкогорий: 8. Ландшафты аридно-денудационных низкогорий и равнин (33–35). 9. Послесельные степные ландшафты денудационно-аккумулятивных равнин (36–37). 10. Интразональные ландшафты аккумулятивных равнин (38–39)

В формировании ландшафтов высокогорной зоны значительную роль играют нивально-ледниковые, гравитационные и эрозионные процессы селевого типа. Под их воздействием формируются ландшафты оголённых скал со снежниками, многочисленными осыпями и склонами с высокой степенью расчленённости. В бассейнах рек Дамирапаранчай, Фильфиличай, Халхалчай, Дашагильчай, Кишчай, Шинчай, Курмухчай и Мухахчай формируются ландшафты вечных снегов и ледников, а также крутые склоны с осыпями и фрагментами маломощных горно-луговых почв со слабо развитым растительным покровом. В результате действия селеформирующих процессов эти ландшафты находятся в состоянии постоянной динамики. Наблюдаются участки, которые ранее были покрыты нестабильным осыпным материалом, а в настоящее время начинают формироваться слабые почвенно-растительные комплексы [Tarikhazer et al., 2021; Tarikhazer и др., 2022].

Степень влияния осыпей – движущихся, полужакреплённых и закреплённых — на ландшафтные изменения различна. Природные условия горно-луговой зоны способствуют активному развитию подвижных и полужакреплённых осыпей. В процессе перемещения осыпи изменяют морфологию склонов, нарушают почвенный покров и



растительность, формируя особые типы ландшафтов. Со временем поверхность осыпей стабилизируется: формируется почва, развиваются высокотравные сообщества и кустарники (ежевика, шиповник), которые закрепляют склон (рис. 5).



Рис. 5. Закрепленные оползне-осыпные склоны

Сходные процессы – обвалы, осыпи и селевые потоки – в сочетании с обнажёнными скалистыми участками склонов оказывают влияние и на горно-лесные ландшафты. В данной зоне особенно активны оползни, формирующиеся преимущественно после длительных ливней. Так, в бассейне реки Мухачай (1969 г.) после продолжительных осадков активизировались оползневые процессы, в результате чего на месте букового леса площадью около 200 га сформировались безлесные участки.

Через 10 лет на месте разрушенного леса, на маломощных бурых горно-лесных почвах наблюдалось формирование вторичных ландшафтных комплексов с разнотравьем и кустарниковой растительностью (ежевика, шиповник). Оползни в данной зоне наиболее часто развиваются на северных склонах, которые отличаются повышенным увлажнением. Здесь лесная растительность менее устойчива, а обнажённые участки склонов интенсивно эродируются, как, например, в бассейнах рек Дашагильчай и Фильфиличай.



Значительное влияние на трансформацию горно-лесных ландшафтов оказывают и обвалы. На их месте формируются скалистые участки склонов, которые со временем заселяются травянистой и кустарниковой растительностью. Подобные изменения зафиксированы, в частности, севернее села Халхал, на правом берегу реки Халхалчай [Кучинская и др., 2017].

Таким образом, селеформирующие процессы выступают ключевым фактором динамики и трансформации ландшафтов высокогорных и лесных зон, способствуя формированию новых морфологических типов природных комплексов и изменяя пространственную структуру горной среды (рис. 6).

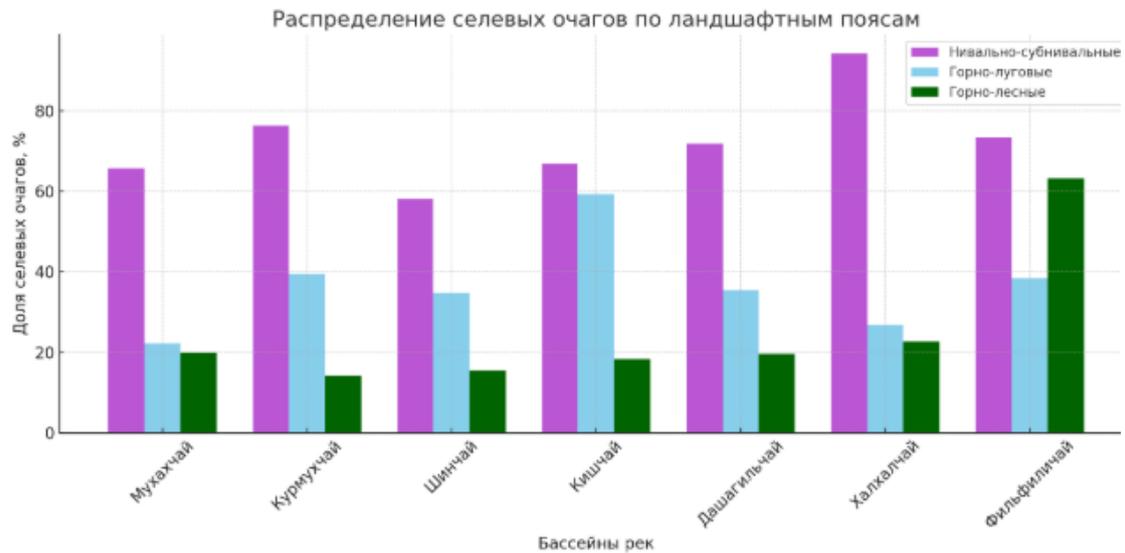


Рис. 6. Распределение селевых очагов по ландшафтным поясам междуручья Мухачай-Фильфиличай южного склона Большого Кавказа

Процесс трансформации и виды ландшафтной трансформации

Трансформация природных ландшафтов под воздействием селевых процессов отличается выраженной пространственной неравномерностью, что обусловлено комплексом морфометрических характеристик местности (уклон, высота, расчленённость рельефа), экспозицией склонов, типологической принадлежностью ландшафтов, а также характером и интенсивностью хозяйственного освоения территории. Особенно высокая плотность нарушений природной среды отмечается в районах, где наблюдается сочетание природных предрасполагающих факторов (интенсивное снеготаяние, ливневые осадки, высокая сейсмическая активность, крутые склоны) и активного антропогенного воздействия (строительство, сельское хозяйство, вырубка лесов, прокладка дорог).

Трансформация ландшафтов в результате селевых процессов может быть рассмотрена с двух позиций: во-первых, по видам воздействия, которое селевые процессы оказывают на природные компоненты (деструктивный, аккумулятивный, комбинированный и антропогенно-деградированный типы трансформации); во-вторых, по степени изменений, которые происходят в ландшафтах, где выделяются сильно трансформированные, частично трансформированные и практически нетронутые ландшафты. Таким образом, процесс трансформации зависит как от характера и интенсивности самого селевого воздействия, так и от масштаба и глубины изменений в природной среде.

В зависимости от характера воздействия селевых процессов и последствий их проявления, условно выделяются следующие типы ландшафтной трансформации:

Деструктивный тип — сопровождается разрушением природных компонентов геосистемы, включая смывание почвенного покрова, выкорчёвывание растительности,



снос рыхлых пород и изменение морфологических характеристик склонов. Наиболее характерен для нивальных ландшафтов и субнивальных высокогорий, а также для альпийских лугов верховьев рек, где селевые потоки обладают наибольшей эрозионной способностью и действуют на фоне резких перепадов высот и крутизны склонов.

Аккумулятивный тип — связан с отложением селевых илов, валунов, гравия, песка и других продуктов переноса, что ведёт к формированию новых форм микрорельефа (конусы выноса, террасы, селевые валы) и постепенной смене фитоценозов. Наиболее ярко выражен в пределах предгорных лугостепей и нижней части горных лесных ландшафтов, а также в субальпийских лугах на понижениях рельефа, где рельеф более сглажен, и условия способствуют аккумуляции.

Комбинированный тип — представляет собой сочетание как деструктивных, так и аккумулятивных процессов в пределах одной геосистемы. На одних участках происходит вынос и разрушение ландшафтных компонентов, на других – их накопление. Наиболее типичен для среднегорных лесных и субальпийских ландшафтов, особенно в зонах резких локальных контрастов рельефа, например, на переходах между крутыми и пологими склонами, в ложбинах стока и устьевых участках малых притоков.

Антропогенно-деградированный тип — формируется в результате послеселевой переработки территории человеком, когда нарушенная структура природного ландшафта упрощается, замещаясь техногенными компонентами. Это может выражаться в строительстве инженерных сооружений (дамб, укреплений, дорог), повторной вспашке, изменении гидрологического режима и снижении биоразнообразия. Наиболее часто наблюдается в горных лугах и лугостепях, активно используемых под пастбища и сельхозугодья, а также в лесных ландшафтах, подвергшихся вырубке, расчистке склонов и строительству дорог, особенно в прибрежных и устьевых зонах рек (таблица 2).

Таблица 2. Характеристика типов трансформации ландшафтов под влиянием селевых процессов

Критерий	Деструктивный	Аккумулятивный	Комбинированный	Антропогенно-деструктивный	Эрозионно-аккумулятивный	Стабилизированный
Характер воздействия	Разрушение природных компонентов	Накопление селевых отложений	Сочетание разрушения и накопления в разных участках	Человеческая переработка нарушенных территорий	Чередование эрозии и накопления в одном месте	Восстановление и стабилизация ландшафта
Основные процессы	Смыв почвы, выкорчевка, эрозия склонов	Осаждение илов, песка, гравия, формирование новых форм	Локальные, эрозионные и аккумулятивные процессы	Упрощение структуры, застройка, повторная вспашка	Нестабильный морфогенез, чередование фаз	Устойчивый рельеф, регенерация растительности
Ландшафтные условия	Верховья рек, узкие ущелья, крутые склоны	Поймы, предгорья, пониженные участки	Среднегорья, переменный	Населенные пункты, сельхозугодья, техногенные объекты	Участки со сменой уклонов, изменяющиеся русла	Старые конусы, склоны после инженерного укрепления
Роль человека	отсутствует	отсутствует	Не обязательна	Определяющая вмешательство после селя	Минимальна или эпизодическая	Возможна, но с целью стабилизации
Экологическое состояние	Утрата биоценозов, высокая нестабильность	Изменение состава фитоценозов, формирование новых экосистем	Пространственная мозаичность, экологическая разорванность	Нарушение экосистем, снижение биоразнообразия	Чередование нестабильности и локального восстановления	Частичная или полная эко регенерация
Устойчивость	Крайне низкая	Средняя, со временем может возрастать	Низкая-средняя	Устойчивая деградация, высокая уязвимость	Очень низкая, нестабильная структура	Повышенная тенденция к стабилизации
Пример геосистем	Нивально-субнивальный пояс	Предгорные луга, аллювиальные равнины	Среднегорные леса, кустарники, ландшафтные переходные зоны	Окрестности дорог, поселков, восстановленных сельхозугодий	Ложбины стока, неустойчивые склоны в среднегорьях	Стабилизированные конусы выноса, восстановленные склоновые луга

Таким образом, типы трансформации ландшафтов, обусловленные различными проявлениями селевых процессов, непосредственно влияют на степень изменений природных комплексов, что позволяет выделить ландшафты, претерпевшие различные уровни трансформации, от сильных изменений до почти нетронутых территорий.



В качестве наглядного примера приведем фрагмент бассейна реки Кишчай, где четко видна степень трансформации ландшафтов в зависимости от их подверженности экзогенным процессам (рис. 7).

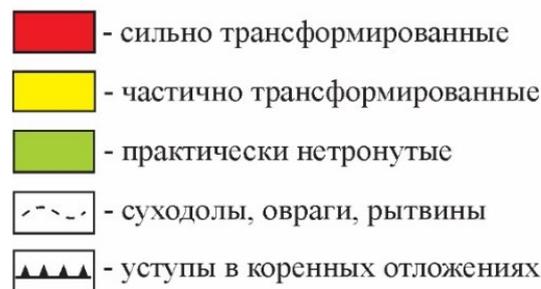
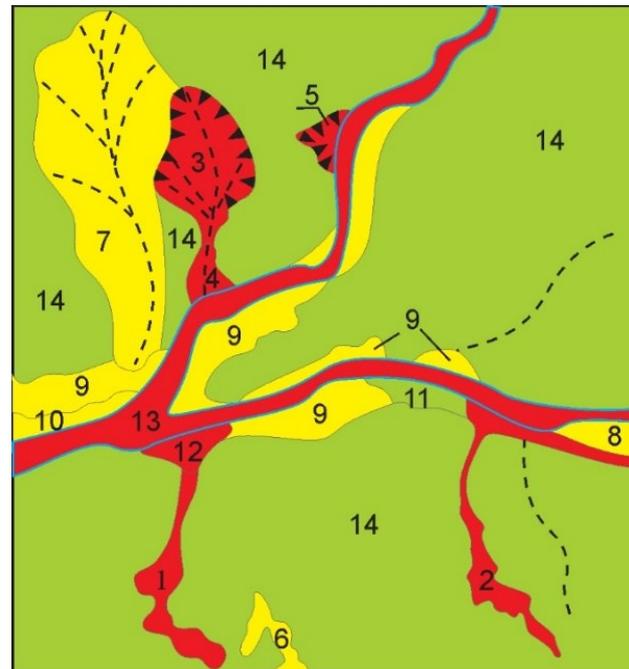


Рис. 7. Карта-сема ландшафтной трансформации экотонной зоны в долине Кишчай под воздействием селеформирующих процессов. Легенда: 1. Активный оползневой очаг; 2. Среднеактивный оползневой очаг; 3. Осыпные очаги с кустарниковой растительностью, находящиеся в стадии спада развития; 4. Конусы осыпных материалов; 5. Свежие обвальные материалы коренных пород, нагроможденные в долинах; 6. Территория, находящаяся в стадии подготовки к развитию осыпных очагов; 7. Древние осыпные участки с лесокустарниками, находящиеся в стадии прекращения развития; 8. Пойменные и надпойменные террасы с кустарниками; 9. Низкие террасы с лесокустарниками; 10. Аккумулятивные террасы с луговой растительностью; 11. Аккумулятивные террасы с лесным покровом; 12. Конусы выноса эрозионно-оползневых очагов с кустарниками; 13. Дно долины селеносной реки; 14. Лесные массивы

Сильно трансформированные ландшафты

Селевые процессы оказывают наибольшее негативное воздействие на эти природные комплексы, приводя к значительным и зачастую необратимым изменениям в их геоморфологической структуре и растительном покрове. Характерными признаками таких ландшафтов являются эрозия почв, обвально-лавинные процессы, которые приводят к разрушению растительности, вымыванию и смещению грунтов. Эти изменения сильно нарушают природное равновесие, что ведет к значительному снижению биоразнообразия и разрушению экосистем. В таких ландшафтах биологические сообщества часто не могут восстановиться без вмешательства человека.



Частично трансформированные ландшафты

Эти природные комплексы претерпели более умеренные изменения под воздействием селевых процессов. Хотя они также пережили определенные экологические изменения, нарушившие их первоначальное состояние, уровень биоразнообразия и экологической устойчивости здесь сохраняется значительно выше, чем в сильно трансформированных ландшафтах. В таких ландшафтах остаются относительно устойчивые экосистемы, которые могут восстанавливаться, но этот процесс требует времени и благоприятных условий. Здесь еще возможен регенеративный процесс и восстановление нарушенных экосистем, хотя и с определенными ограничениями.

Практически нетронутые ландшафты

Эти природные комплексы остаются относительно неприкосновенными в контексте селевых процессов. В таких ландшафтах воздействия природных катастроф минимальны, что позволяет поддерживать их первоначальную структуру и разнообразие. Эти территории характеризуются высокой степенью экологической устойчивости и способны сохранять стабильное природное состояние, несмотря на возможные малые локальные воздействия, такие как незначительные селевые потоки или эрозионные процессы. Сохраняя высокое биоразнообразие и природную гармонию, такие ландшафты являются ценными для сохранения природного наследия и изучения естественных процессов экосистем.

Выводы

Исходя из вышеизложенного, селевые процессы выполняют не только роль спонтанного природного деструктора, но и функционируют как инициаторы долговременной трансформации ландшафтной структуры, особенно в условиях переходных природно-антропогенных систем. Их проявление усиливает существующие контрасты геосистем, ускоряет процессы морфогенеза и изменяет экологические параметры территорий. В этой связи селевые процессы должны рассматриваться как ключевой фактор в рамках оценки геоэкологической устойчивости ландшафтов, а также при разработке стратегии рационального природопользования, инженерной защиты и территориального планирования в горных регионах.

На южном склоне Большого Кавказа особенно уязвимыми оказываются трансформированные природно-антропогенные ландшафты, где хозяйственная деятельность (выпас, сельское строительство, вырубка лесов) снижает устойчивость экосистем и способствует частой генерации селевых очагов. Такие условия наблюдаются, например, в бассейнах рек Мухачай, Шинчай и Кишчай, где пространственная мозаичность ландшафтов сочетается с высокой плотностью потенциально селевых участков.

Учитывая данные особенности, селевые процессы на южном склоне Большого Кавказа следует учитывать как один из определяющих факторов геоэкологической устойчивости, влияющий на устойчивость инфраструктуры, экосистемное равновесие и безопасность населения. Это требует:

- комплексной картографической оценки селевых очагов и опасных склонов;
- приоритетного внедрения мероприятий инженерной защиты;
- включения селевых рисков в схемы пространственного планирования;
- восстановления деградированных территорий средствами природо-ориентированного подхода.

Таким образом, в условиях южного склона Большого Кавказа селевые процессы выступают не только как угроза, но и как важный индикатор устойчивости геосистем,



требующий приоритетного внимания при управлении ландшафтами и природными рисками.

Список литературы

- Будагов Б.А. Вертикальная поясность современных денудационных процессов южного склона Главного Кавказского хребта в связи с формированием селей // Известия АН Азерб. ССР. Серия геол.- географ. наук и нефти, № 1, 1963, с. 45-53
- Керимова Э.Д., Кучинская И.Я. Геоэкологический анализ ландшафтной структуры селеносных бассейнов южного склона Большого Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий Кавказа, №1, 2018, 50–57.
- Кучинская И.Я., Алекберова С.О., Мамедова Д.С. Системный анализ рельефа южного склона Большого Кавказа как индикатора эколого-ландшафтного потенциала территории // Вестник Башкирского университета, т. 22, №3, 2017, с. 717–725.
- Мамедов И.Т. Структура ландшафтов южного склона Большого Кавказа в пределах Азербайджанской ССР. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. Баку, 1976.
- Мамедализаде М.О. Изучение ландшафтов бассейнов селеносных рек южного склона Большого Кавказа с использованием материалов аэрофотоснимков. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук, Баку, 1986.
- Махмудов Р.Н. Каталог селевых процессов. Баку, 2008. 104 с.
- Набиев Г.А. Сели в Азербайджанской ССР и условия их формирования // Известия АН Азерб. ССР, Серия Науки и Земле, т. 6, 1985, с. 76–81.
- Тарихазер С.А. Селевые процессы в Азербайджане и метеорологические факторы их формирования (на примере Большого Кавказа) // Устойчивое развитие горных территорий, 11(1), 2019, с. 44–54.
- Тарихазер С.А., Керимова Э.Д., Кучинская И.Я., Гамидова З.А. Ландшафтно-геоморфологическая характеристика селевых ландшафтов бассейна р. Курмухчай (на основе аэрокосмических снимков) // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле, 1, 2022, с. 139–151 doi 10.46689/2218-5194-2022-1-1-139-151
- Шихалибейли Э.Ш. Геологическое строение и развитие азербайджанской части южного склона Большого Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР, 1956.
- Шихлинский Э.М., Мадатзаде А.А. Климат Азербайджана. Изд. АН Азерб. ССР, 1968. 143 с.
- Nabiyev G., Tarikhazer S., Kuliyeva S., Mardanov I., Aliyeva S. Formation characteristics of the debris flow process in Azerbaijan and the division into districts of territory based on risk level (on the example of the Greater Caucasus) // Applied Ecology & Environmental Research, 17(2), 2019.
- Tarikhazer S.A., Kuchinskaya I.Y., Karimova E.J., Alakbarova S.O. issues of geomorphological-landscape risk (on the example of the Kishchay river) // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Satbayev University, Series of geology and technical sciences, 6(450), 2021.