

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Proceedings
of the 5th International Conference

Tbilisi, Georgia, 1-5 October 2018



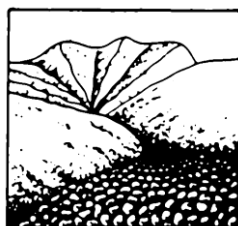
Editors
S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili

Publishing House “Universal”
Tbilisi 2018

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Труды
5-й Международной конференции

Тбилиси, Грузия, 1-5 октября 2018 г.



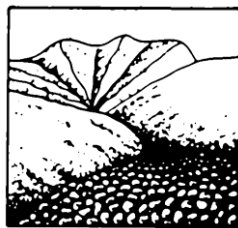
Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили

Издательство Универсал
Тбилиси 2018

ღვარცოფები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა

მე-5 საერთაშორისო კონფერენციის
მასალები

თბილისი, საქართველო, 1-5 ოქტომბერი, 2018



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

გამომცემლობა "უნივერსალი"
თბილისი 2018

УДК 551.311.8
ББК 26.823

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 5-й Международной конференции. Тбилиси, Грузия, 1-5 октября 2018 г. – Отв. ред. С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили. – Тбилиси: Универсал, 2018, 671 с.

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 5th International Conference. Tbilisi, Georgia, 1-5 October 2018. – Ed. by S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili. – Tbilisi: Publishing House “Universal”, 2018, 671 p.

ღვარცოფები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა. მე-5 საერთაშორისო კონფერენციის მასალები. თბილისი, საქართველო, 1–5 ოქტომბერი, 2018. გამომცემლობა "უნივერსალი", თბილისი 2018, 671 გვ. პასუხისმგებელი რედაქტორები ს.ს. ჩერნომორეც, გ.ვ. გავარდაშვილი.

Ответственные редакторы С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили
Edited by S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili

Верстка: С.С. Черноморец, К.С. Висхаджиева, Е.А. Савернюк
Page-proofs: S.S. Chernomorets, K.S. Viskhadzhieva, E.A. Savernyuk

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: Geografiz, 1951, p. 51).

ISBN 978-9941-26-283-8

© 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



Сравнительная оценка селевой активности в географических районах Северного Кавказа (с востока на запад и с севера на юг) по типу, генезису и объемам выносов

Н.В. Кондратьева, А.Х. Аджиев, В.В. Разумов, М.Ю. Беккиев

*ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Нальчик, Россия,
kondratyeva_nat@mail.ru*

На основе собранных и обобщенных материалов из архивных, литературных, фондовых источников и маршрутных полевых исследований в работе проведен анализ проявлений селевой активности в пределах отдельных физико-географических районов Северного Кавказа: Восточный Кавказ, Центральный Кавказ, Западный Кавказ и его высотных зон (низкогорье, среднегорье, высокогорье) по типу, генезису и объемам выносов твердой составляющей селей.

Северный Кавказ, сель, генезис, тип селевых потоков, объем, мощность, селевая активность

Comparative assessment of mudflow activity in the geographical regions of the North Caucasus (from east to west and from north to south) by type, origin and volume of mudflow deposits

N.V. Kondratieva, A.Kh. Adzhiev, V.V. Razumov, M.Yu. Bekkiev

High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia, kondratyeva_nat@mail.ru

On the basis of collected and generalized materials from archival, literary and fund sources, the analysis of the manifestation of mudflow activity within the regions of the North Caucasus (Eastern Caucasus, Central Caucasus, Western Caucasus) and its high-altitude zones (low mountains, middle mountains, highlands) by type, genesis and volumes of deposits by the solid component of mudflows.

North Caucasus, rural, genesis, type of mud flows, volume, power, mudflow activity

В работе выполнен анализ проявлений селевой активности в пределах отдельных физико-географических районов Северного Кавказа (СК): Восточный Кавказ (ВК), Центральный Кавказ (ЦК), Западный Кавказ (ЗК) и его высотных зон (низкогорье, среднегорье, высокогорье) по типу, генезису и объемам выносов твердой составляющей селей.

В работе используется деление по высотным отметкам, предложенное в работе [Кондратьева, 2007] при проведении районирования по селевой активности территории КБР в 2007 г. На исследуемой территории нами выделено три высотные зоны, где происходят селевые явления: высокогорье – абсолютная высота меняется от 2500 м до 4500 м; среднегорье от 1500 до 2500 м; низкогорье – высоты от 600 до 1500 м до 600 м. Как правило, ниже 600 м формируются селеподобные паводки, которые мы не рассматриваем.

В качестве характеристики селевой активности рассматривается количество зафиксированных селей в регионе с 1953 г. по 2015 г. (63 года). На Северном Кавказе за рассматриваемый период нами на основе собранных и обобщенных материалов из



архивных, литературных, фондовых источников и полевых работ выявлено 1727 сходов селевых потоков [Кондратьева и др., 2015], из них 174 (10%) случая на Западном Кавказе, 1207 (70%) - на Центральном Кавказе и 346 (20%) - на Восточном Кавказе. Большинство селепроявлений приходится на Центральный Кавказ, в три с половиной раза меньше - селевая активность на Восточном Кавказе, на Западном Кавказе селевые явления проявляются редко.

Селевые потоки наблюдаются в высотном диапазоне от 600 до 4500 м. Основная часть селей (71%) зарождается выше 2500 м в субнивальном и альпийском поясах, в три раза меньше селепроявлений - в среднегорье (22%) и совсем мало - в низкогорье (7%) (таблицы 1-4). Такое разделение селепроявлений связано с распределением осадков в горах Северного Кавказа по высотной зональности (каждые 500 м осадки увеличиваются в среднем на 20%). Зона максимальных летних осадков в горах Северного Кавказа расположена на высоте примерно 3000 м [Темникова, 1959].

Селеопасный период в высокогорьях Северного Кавказа длится с апреля по октябрь, в низкогорье – с марта по ноябрь, возможен сход селей даже в декабре - феврале, где единичные селепроявления в зимнее время связаны с оттепелями, снеготаянием и ливнями. Наиболее активны селепроявления (90% сходов селей) в мае-сентябре, а период наибольшей опасности (70% сходов селей, а также практически всех катастрофических) – июль-август, что связано соответственно с максимумом атмосферных осадков тёплого периода и интенсивным таянием снега и льда в высокогорье.

Далее рассмотрим дифференциацию селевой активности на Северном Кавказе по трем параметрам: по типам, генезису и объемам выносов твердой составляющей селей. На основе анализа данных, представленных в таблицах 1-4 выявляются следующие особенности и закономерности в пространственном распределении селевых потоков.

1. По типу: насыщенность селевого потока обломочным материалом (табл. 1).

Таблица 1. Распределение селевых потоков по типам - количество/ процент (количество / %) с востока на запад и по высотным зонам на территории СК

| Типы селевых потоков | Район | | | Высотная зона | | | Всего по СК (кол./%) |
|----------------------|--------|---------|--------|---------------------|------------------------|--------------------|----------------------|
| | ВК | ЦК | ЗК | Высокогорье >2500 м | Среднегорье 2500-1500м | Низкогорье <1500 м | |
| ГК | 166/49 | 797/66 | 108/62 | 956/78 | 110/29 | 5/4 | 1071/62 |
| ВК | 127/36 | 398/33 | 64/37 | 245/20 | 236/62 | 108/89 | 589/34 |
| Г | 53/15 | 12/1 | 2/1 | 25/2 | 34/9 | 8/7 | 67/4 |
| Итого (кол./%) | 346/20 | 1207/70 | 174/10 | 1226/71 | 380/22 | 121/7 | 1727/100 |

Примечание: ГК – грязекаменный; ВК – водокаменный; Г - грязевой

- во всем регионе преобладают грязекаменные сели (62%), в два раза реже проявляются водокаменные (34%) и совсем редки грязевые (4%);

- на Центральном и Западном Кавказе грязекаменные сели (66% и 62% соответственно) в два раза преобладают над водокаменными (33% и 37% соответственно), а грязевые сели очень редки, они формируются в основном на Восточном Кавказе.

- в высокогорье ведущая роль принадлежит грязекаменным селям (78%), а водокаменные доминируют в среднегорье (62%) и низкогорье (89%). Причём, грязекаменные сели, которым принадлежит второе место по распространению в среднегорье (29%), уступают его грязевым селям в низкогорье (7%);

2. По генезису: водный фактор формирования селя (табл. 2).

Здесь мы рассматриваем генетические типы селей, распространенные на Северном Кавказе. В литературе очень часто один и тот же сход селя называют либо прорывным генетическим типом селя (прорывной селя – обусловлен разрушением естественных



плотин моренно-запрудных и карово-моренных озёр [Перов, 1996]), либо ледниковым, например, в работах [Перов, 2012; Познанин, 1979], мы объединили эти группы генетических типов в одну: ледниковый+прорывной.

Таблица 2. Распределение селевых потоков по генезису (количество / %) с востока на запад и по высотным зонам на территории СК

| Генезис селевых потоков | Район | | | Высотная зона | | | Всего по СК (кол/%) : |
|-------------------------|--------|---------|--------|---------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| | ВК | ЦК | ЗК | Высокогорье >2500 м | Среднегорье 2500-1500 м | Низкогорье <1500 м | |
| Д | 330/94 | 1115/92 | 136/78 | 1102/89,7 | 360/95 | 119/98 | 1581/92 |
| Л+П | 3/1 | 35/3 | 10/6 | 48/4 | - | - | 48/2,7 |
| Л-Д | 6/2 | 32/2,5 | 18/10 | 56/5 | - | - | 56/3 |
| С-Д | 7/3 | 19/2 | 10/6 | 16/1 | 18/4,5 | 2/2 | 36/2 |
| С | - | 6/0,5 | - | 4/0,3 | 2/0,5 | - | 6/0,3 |
| Итого(кол/%) | 346/20 | 1207/70 | 174/10 | 1226/71 | 380/22 | 121/7 | 1727/100 |

Примечание: Д-дождевой, Л+П-ледниковый+прорывной, Л-Д-ледниково-дождевой. С-Д-снегодождевой; С-снеговой

- в регионе преобладают сели дождевого генезиса (92%), проявления ледниковых+прорывных селей составляют (2,7%), чаще формируются смешанные ледниково-дождевые сели (3%), снего-дождевые сели составляют 2%, очень редко формируются снеговые (0,3%). Ледниковые и ледниково-дождевые сели следуют распространению современного оледенения, которое на Центральном Кавказе относится к массивному типу, а западнее и восточнее – к полумассивному и рассеянному;

- дождевые сели формируются во всех высотных зонах, причём, от высокогорья к низкогорью их доля увеличивается с 89,7% до 98%, ледниковые+прорывные (2,7%) и ледниково-дождевые (3%) сели формируются только в высокогорье, вследствие гляциальных процессов в зоне современного оледенения. Снего-дождевые сели (2%) чаще отмечаются на северных и южных склонах среднегорных хребтов, особенно на Центральном Кавказе;

- доля дождевых селей увеличивается с 78% до 94% с запада на восток. Проявления ледниковых+прорывных селей уменьшаются с 6% до 1% с запада на восток, скорее всего такое распределение связано с тем, что мы объединили ледниковый и прорывной генезисы в одну группу - ледниковый+прорывной. Доля ледниково-дождевых селей с 10% на Западном Кавказе, уменьшается к востоку до 2%. Количество снего-дождевых селей возрастает от Центрального Кавказа (2%) на восток (3%) и на запад (6%), а снеговые сели нами зафиксированы только на Центральном Кавказе, их доля здесь составила 0,5%.

3. По объёму выносов (мощность селя или селевая опасность): твердая составляющая селевого потока (табл. 3).



Таблица 3. Распределение селевых потоков по объему твердой составляющей (количество / %) с востока на запад и по высотным зонам на территории Северного Кавказа.

| Объем выносов твердой составляющей селей (мощность селя или селевая опасность), W, тыс. м ³ | Район | | | Высотная зона | | | Всего по СК (кол./%): |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|---------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| | ВК | ЦК | ЗК | Высокогорье >2500 м | Среднегорье 2500-1500м | Низкогорье <1500 м | |
| Слабая: W<10 | 226/65 | 128/11 | 112/64 | 169/14 | 262/69 | 35/29 | 466/27 |
| Средняя: 10<W<100 | 103/30 | 928/77 | 57/33 | 899/73 | 103/27 | 86/71 | 1088/63 |
| Сильная: 100<W<500 | 13/4 | 103/8 | 5/3 | 106/9 | 15/4 | - | 121/7 |
| Очень сильная: W>500 | 4/1 | 48/4 | - | 52/4 | - | - | 52/3 |
| Итого (кол./%) | 346/20 | 1207/70 | 174/10 | 1226/71 | 380/22 | 121/7 | 1727/100 |

Объёмы селевых выносов в горах Северного Кавказа изменяются от десятков до миллионов кубометров:

- в регионе Северного Кавказа большинство селей средней и слабой опасности (мощности) (63%, 27% соответственно). Крайне редки селепроявления очень сильной опасности, на их долю приходится 3%, чаще зафиксированы сели сильной опасности (7%);

- большинство формирующихся селей в высокогорье средней опасности (73%), причем доля этих селевых потоков в среднегорье уменьшается до 27%, а в низкогорье опять увеличивается до 71%. Сели слабой опасности в основном проявляются в среднегорье (69%). Сели очень сильной опасности формируются только в высокогорье, здесь их доля составляет 4%. Селевые явления сильной опасности проявляются только в высокогорьях (9%) и среднегорьях (4%);

- наименьшая часть селей малой опасности приходится на Центральный Кавказ (11%), затем практически в равных долях количество селей этой категории увеличивается на восток (65%) и запад (64%). Сели средней категории опасности преобладают на Центральном Кавказе (77%) и также почти в равных долях уменьшаются к востоку (30%) и западу (33%). То же самое происходит и с селепроявлениями с сильной степенью опасности, на Центральном Кавказе доля селей этой категории составляет 8%, почти равномерно уменьшаясь к востоку (4%) и западу (3%). Селепроявления с очень сильной степенью опасности отмечаются в основном на Центральном Кавказе (4%) и лишь незначительная их часть зафиксирована на Восточном (1%). На Западном Кавказе сели этой категории не зафиксированы.

Для того чтобы детализировать результаты проведенного анализа селевой активности в разных географических районах Северного Кавказа составлена таблица 4, где представлено распределение селей различной мощности в зависимости от генезиса зарождения.

Таблица 4. Распределение селевых потоков различной мощности в зависимости от генетических типов селевых потоков (количество / %) на территории Северного Кавказа.

| | Генезис селевого потока | |
|--|-------------------------|--|
| | | |



| Объем выносов твердой составляющей селей (мощность селя или селевая опасность), W, тыс. м ³ | Д | Л+П | Л-Д | С-Д | С | Всего по СК (кол/%) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-------|-------|-------|---------------------|
| Слабая: W<10 | 444/29 | - | - | 21/58 | 1/17 | 466/27 |
| Средняя: 10<W<100 | 1051/66 | - | 17/30 | 15/42 | 5/83 | 1088/63 |
| Сильная: 100<W<500 | 50/3 | 36/75 | 35/63 | - | - | 121/7 |
| Очень сильная: W>500 | 36/2 | 12/25 | 4/7 | - | - | 52/3 |
| Итого (кол/%) | 1581/92 | 48/2,7 | 56/3 | 36/2 | 6/0,3 | 1727/100 |

На Северном Кавказе дождевые генетические типы селепроявлений зафиксированы в основном средней (66%) и слабой (29%) мощности. Большинство произошедших селей ледникового+прорывного и ледниково-дождевого генетических типов сильной мощности, на их долю приходится 75% и 63% соответственно. Снего-дождевые сели преобладают малой мощности (58%), а снеговые – средней (83%).

Таким образом, представленное выше изменение селевой активности (с востока на запад и с севера на юг): по типу, генезису и объемам выносов подтверждает наши выводы о влиянии природно-климатических факторов на селевую деятельность в географических районах Северного Кавказа [Кондратьева, 2017]. В частности, минимум селевой активности наблюдается на территории Западного Кавказа. Это обусловлено сочетанием таких природных условий, как преобладание устойчивых к размыву горных пород, слаборасчлененный рельеф и небольшие абсолютные высоты склонов, а также высокая степень залесенности территории, несмотря на большое количество выпадающих осадков в этом районе. Сочетание и суммарный вклад выше перечисленных условий нивелируют степень селевой активности на Западном Кавказе - до слабой. Оледенение на Западном Кавказе, занимая достаточно большую суммарную площадь, является здесь соподчиненным фактором в селевой активности, т.к. относится к рассеянному и полумассивному типу. На территории Центрального Кавказа за счет сочетания природных условий: сложнорасчлененный рельеф, большие абсолютные и относительные высоты склонов, преобладание устойчивых к размыву горных пород, средняя степень залесенности, значительные осадки, наличие современного оледенения массивного типа, отмечается высшая степень селевой активности. Значительного развития селевая активность достигает и в восточной части Кавказа, где распространены осадочные породы, легко поддающиеся разрушению, а климат сухой и континентальный, вследствие чего растительности на склонах очень мало. Оледенение на территории Восточного Кавказа по масштабам значительно уступает Западному и Центральному Кавказу и относится к рассеянному и полумассивному типу, вследствие чего является соподчиненным фактором в селевой активности.

Список литературы

- Кондратьева, Н.В. (2017). Изменение селевой деятельности с запада на восток на северном склоне Большого Кавказа. В кн.: Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований, 594-602.
- Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гяургиева М.М., Перов В.Ф., Разумов В.В., Сейнова И.Б., Хучунаева Л.В. (2015). Кадастр селевой опасности юга европейской части России. Москва, Феория – Нальчик, Печатный двор, 148 с.
- Кондратьева Н.В. (2007). Районирование территории Кабардино-Балкарской республики по селевой активности. Дисс. канд. географ. наук. Нальчик, 165 с.
- Перов В.Ф. (2012). Селеведение. Учебное пособие. М., Географический факультет МГУ, 271 с.
- Перов В.Ф. (1996). Селевые явления. Терминологический словарь. М., МГУ, 45 с.
- Познанин В.Л. (1979). Механизм селевых процессов озера Кахаб-Росона в Дагестане. Материалы гляциологических исследований, 36: 218-223.
- Темникова Н.С. (1959). Климат Северного Кавказа и прилегающих степей. Л., 368 с.