

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.



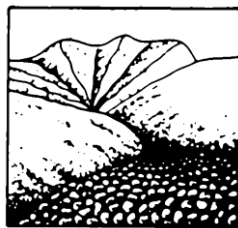
Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили

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



Формирование и распространение селей на территории Северной Осетии–Алании

Н.В. Кондратьева, В.Х. Кесаонов, Л.В. Хучунаева

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

В работе рассмотрены особенности селепроявлений в Республике Северная Осетия–Алания. Указанный регион является одним из наиболее селеопасных районов России. Для получения максимально достоверной информации о селевой деятельности в Северной Осетии–Алании нами были проанализированы имеющиеся, на настоящий момент, сведения по проявлению селевых процессов (более 60 лет), опубликованные в литературных и фондовых материалах, архивах Министерства по чрезвычайным ситуациям России и Высокогорного геофизического института, а также материалы полевых и камеральных исследований авторов на территории РСО-Алания в составе селевых экспедиций ФГБУ «Высокогорный геофизический институт».

сель, кадастр, Кавказ

Formation and distribution of mudflows in North Ossetia–Alania

N.V. Kondratieva, V.Kh. Kesaonov, L.V. Khuchunaeva

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

In this paper, the features of selections in the Republic of North Ossetia – Alania are examined. North Ossetia is one of the most dangerous regions of Russia. To obtain the most reliable information about the mudflow activities in the Republic of North Ossetia - Alania, we have analyzed the currently available information on the manifestation of mudflow processes (more than 60 years) published in the literature and stock materials, the archives of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation and High-Mountain Geophysical Institute, and also materials of field and cameral researches of authors in the territory of North Ossetia as a part of mudflow expeditions of the High-Mountain Geophysical Institute.

debris flow, inventory, Caucasus

Северная Осетия – Алания - один из наиболее селеопасных районов России. Селевые потоки в республике проявляются ежегодно. Наиболее разрушительные сели наблюдались в 1953, 1958, 1967, 1973, 1975, 2000, 2002 гг. [Герасимов, 1978; Заалишвили и др., 2016]. Мощные селевые потоки формируются в долинах рек Цейдон, Ардон, Караугом [Герасимов, 1974, 1978, 1985].

Проявление селевой деятельности в горах Северной Осетии обусловлено следующими основными факторами: наличием в приледниковой зоне огромных массивов рыхлообломочного моренного материала, крутых склонов, способствующих интенсивному поверхностному стоку и чрезмерному увлажнению моренного материала в очагах зарождения селей.

Главной причиной формирования селей являются ливневые дожди, зачастую играющие роль толчка или спускового импульса для возникновения селя в



предварительно хорошо увлажненных талыми водами или длительными морозящими осадками рыхлообломочных массивов. По соотношению жидкой и твердой составляющих, в Северной Осетии преобладают несвязные грязекаменные и водокаменные сели. В пределах Бокового хребта и в западной (Дигорской) части Главного Кавказского хребта они состоят преимущественно из крупных и мелких валунов различных кристаллических пород, включенных в песчано-гравийный заполнитель. В районах же более низких хребтов — Скалистого и восточной части Главного Кавказского, а также в межгорных продольных долинах, распространены в основном грязекаменные сели, состоящие из крупного и мелкого щебня в суглинистом заполнителе [Герасимов, 1978].

Очагами зарождения водокаменных селей являются свежие слабозадренованные морены и флювиогляциальные отложения, расположенные в глубоких креслообразных впадинах — карах, высоко под гребнем хребтов на абсолютных высотах 2 500-3000 м. Сели этого типа — самые разрушительные и нередко носят катастрофический характер. Грязекаменные сели зарождаются на более низких гипсометрических уровнях в осыпях, курумах и на оползнях и значительно уступают водокаменным по размерам выноса и разрушительному действию [Агбалова, 1983; Герасимов, 1978; Запорожченко и др., 2014; Панов и др., 1987].

В горной части РСО-Алания к настоящему времени выявлено 145 селевых бассейнов [Кондратьева и др., 2015], в том числе в бассейнах рек Ардон с Козыдоном и Земегондоном – 84, Урух – 29, Фиагдон – 14, Терек – 6, Геналдон – 5, Гизельдон – 5 и Хазнидон – 1. Общая площадь пораженности селями (поражённость территории селями – суммарная площадь выявленных селевых бассейнов) приблизительно равна 2365 км², что составляет 30% от всей площади республики. Средняя площадь селевого бассейна равна 29,4 км². Общая длина селевых русел - около 792,7 км², среднее значение – 11,4 км. Средние уклоны селевых русел меняются от 24 до 862‰.

Наиболее поражена селями (937 км²) в Северной Осетии долина реки Ардон. Площадь селевых бассейнов меняется в интервале от 0,1 км² до 100 км², поэтому средняя площадь равна 15,3 км². Суммарная длина селевых русел - 389 км, средняя длина - 6,5 км. Средние уклоны селевых русел меняются от 45 до 681 ‰.

Ардон является левым притоком р. Терек и берет начало из ледников Большого Кавказа. Основным источником питания являются ледники, высокогорные снега и дожди. Свое название река получает после слияния рек Мамихдон, Нардон, АдайкомиЦмиакомдон [Виленкин, 1955; Герасимов, 1978].

Рельеф долины р. Ардон резко расчлененный, с относительными превышениями 800–1500 м и более. В пределах реки Ардон с юга на север прослеживаются 5 параллельных, субширотно ориентированных хребтов, разделенных узкими продольными долинами: Главный Водораздельный, Боковой, Скалистый, Пастбищный, Лесистый и Предгорный. Все хребты, кроме Водораздельного, прорезаны поперечными долинами Ардона и его притоками. В зонах прорыва хребтов притоки выработали узкие каньонообразные ущелья, а в межгорных понижениях сформировали обширные котловины, днища которых заполнены рыхлыми ледниково-речными отложениями. Селевые явления в долине р. Ардон развиты в промежутке от Главного Водораздельного хребта до Скалистого.

В относительно пониженном пространстве (Северная юрская внутригорная депрессия) между Скалистым и Боковым хребтами развиты легко разрушающиеся юрские осадочные отложения - глинистые сланцы, песчаники, алевролиты. В этой области распространены оползни, осыпи, моренные и речные отложения. В зоне развития сланцевых пород происходит энергичное развитие селевых процессов. Легко выветривающиеся глинистые сланцы дают массу мелкообломочного материала, участвующего в образовании селей. Быстрому разрушению сланцевых гор способствует слабое развитие почвенно-растительного покрова вследствие засушливости климата. Сухие жаркие периоды усиливают процессы физического выветривания и накопления на склонах мелкозернистого материала, который во время интенсивных дождей, легко размываясь, формирует селевые потоки. Меловые и юрские глинистые сланцы и



песчаники широко развиты в продольной впадине между Боковым и Главным Водораздельным хребтами (Южная внутригорная депрессия), где расположены долины рек Козыдон и Зедегондон (истоки р. Ардон). Здесь также имеют место селевые процессы, хотя и не столь интенсивные, но зато бурно проявляющиеся из-за резких перепадов высот и обилия твердых осадков [Агибалова, 1983; Бероев, 1984; Герасимов, 1978].

Селевые потоки, образующиеся в бассейнах рек Цейдон и Касайкомдон, имели объемы выносов более 500 тыс. м³ [Кондратьева и др., 2015]. Здесь сели угрожают с.с. Верхний Цей, Згил, Бурон, ТрансКАМу, альплагерям, турбазам, запланированному горно-реакционному комплексу «Мамисон», а также автодорогам. В девяти селевых притоках Ардона были зафиксированы сели с объемами выносов более 100 тыс. м³ [Кондратьева и др., 2015]. Сели угрожают с.с. Верхний Згид, Курайтта, Садон и автодорогам. В остальных селевых бассейнах селевые объемы твердой составляющей зафиксированы менее 100 тыс. м³ [Кондратьева и др., 2015].

Площадь ледников, дающих начало притокам Ардона, составляет около 50 км². Оледенение в бассейне Ардона наиболее развито на Тепли-Архонском и Уилпата-Адайхохском массивах Бокового и Главного хребтов, где расположено более 70 ледников. Наиболее значительные ледники – Цейский (9,7 км²), Сказский (2 км²), Зарамагский (3 км²), но большинство ледников здесь имеют площадь менее 1 км² [Агибалова, 1983; Развитие..., 2005; Тавасиев, 2013].

По генезису водной составляющей в бассейне Ардона преобладают дождевые сели – 94,6 % от всех зафиксированных селей, 5,4 % приходится на ледниковые и ледниково-дождевые [Кондратьева и др., 2015].

Река Фиагдон является наиболее крупным притоком р. Ардон, впадающим в неё за пределами гор, и образуется от слияния рек Бугультадон и Дзамарашдон. В истоках реки Дзамарашдон присутствуют шесть маленьких ледников. Долина реки в верхнем течении представляет собой трог, заполненный современными моренами. Долина Бугультадона – ярко выраженный трог с широким дном и почти отвесными бортами. Среди моренных холмов река проточила каньон глубиной до 20 м. В конце долины пойма упирается в два мощных селевых конуса выноса, сдавивших русло справа и слева. В верховьях реки присутствует ледник Колота, длиной свыше 2 км. В прошлом веке на этом леднике произошел крупный обвал и сейчас язык ледника покрыт моренным чехлом. Общая площадь оледенения долины р. Фиагдон – 14,2 км² [Разумов и др., 2001]. В высокогорье материалом для селей служат моренные (валуны, песок, глины) и склоновые отложения.

Основная площадь пораженности селями расположена в верховьях Фиагдона между Скалистым и Боковым хребтами и составляет около 290 км². Средняя площадь селеносного бассейна равна 21 км². Суммарная длина селевых русел – 96 км, среднее значение – 7 км. Средние уклоны селевых русел меняются от 24 до 555 ‰. В четырех притоках Фиагдона были зафиксированы селевые отложения более 100 тыс. м³ [Кондратьева и др., 2015]. Преобладающую роль играют водокаменные сели, формирующиеся на высотах 2200-2300 м. По генезису водной составляющей преобладают дождевые сели. Но деградация оледенения сопровождается увеличением рыхлообломочного материала, и при высоких температурах могут активизироваться гляциальные сели. В зону селевых потоков попадают селения Гусыр, Тагардон, Верхний Фиагдон, автодорога.

Реки Гизельдон (правый приток Ардона) и ее правая составляющая Геналдон берут начало в области наиболее крупного центра оледенения Северной Осетии (площадь 33 км²) Казбекско - Джимарайского массива. Гизельдон образуется от слияния рек Стырдона и Мидаграбина. В истоках р. Мидаграбина находится ледник Мидаграбын площадью 9,8 км² [Котляков и др., 2015]. Отличительной чертой долины ледника является асимметричность – пологий правый борт и очень крутой левый, нависающий зачастую с висячими ледяными стенами высотой до 600 м, который и является потенциально опасным по возникновению ледово - каменных обвалов [Васьков, 2011]. Истоком реки Геналдон являются крупнейшие ледники Северной Осетии Майли (площадь 6,81 км²) и Колка (площадь 2,47 км²). Вообще в бассейне Геналдона



расположено 12 ледников [Котляков и др., 2015]. На пойме много валунов, которые выносятся сюда во время периодических катастрофических обвалов ледника Колка. В сентябре 2002 года произошел очередной обвал ледника, который засыпал Геналдонское ущелье. Огромные массы льда, воды и камней стремительно со скоростью до 200 км/ч пронеслись вниз по долине 17 км и образовали мощный завал. Дальше вниз по ущелью еще на 19 км пронесся разрушительный гляциальный селя. Одна из крупнейших в мире природных катастроф в верховьях р. Геналдон привлекла внимание ведущих ученых не только России, но и всего мира. Основная площадь поражённости селями расположена в верховьях р.р. Гизельдон и Геналдон и составляет около 216 км². Средняя площадь селеносного бассейна равна 19,6 км². Суммарная длина селевых русел - 76 км, среднее значение - 7,6 км. Средние уклоны селевых русел меняются от 95 до 350 %. Объемы твердой составляющей селей в долинах рек Гизельдон и Геналдон в основном от 10 тыс. до 100 тыс. м³ и только в истоке реки Геналдон зафиксированы селевые объемы более 500 тыс. м³ [Разумов и др., 2001].

Генезис водной составляющей селей в долинах р.р. Гизельдон и Геналдон в основном дождевой, но в истоках были зарегистрированы селепроявления ледникового генезиса [Васьков, 2011]. Сели угрожают селениям Камардон, Джимара, Тменикау, Саниба, Кани и автодороге.

Река Урух является левым притоком Терека, вытекает из-под ледников Главного Водораздельного и Суганского хребтов в Дигорском ущелье Северной Осетии. В высокогорной Дигории насчитывается более 60 ледников общей площадью около 90 км². Крупнейшим центром оледенения в Дигории является Караугом-Саудорский горноледниковый узел, расположенный в ее центральной части в верховьях рек Караугомдон и Айгамугидон. На долю этого «узла» приходится свыше половины всей площади современного оледенения Дигории - 52,3 км² при общем количестве ледников - 32. Здесь, на пересечении Главного Водораздельного хребта с его северными отрогами, расположены наиболее крупные долинные ледники Дигории — Караугомский (площадь 26,6 км²), Сонгути (площадь 8,2 км²), Баргуй (длина 4,8 км) и Фастаг (длина 3,5 км). Многие ледники покрыты большим количеством обломочных пород и моренным материалом, которые служат источником формирования твердой составляющей селей [Котляков и др., 2015].

Селевая деятельность в долине реки Урух в основном развита между Главным водораздельным и Скалистым хребтами. Суммарная площадь поражённости селями составляет 543 км², средняя - 18 км². Суммарная длина селевых русел равна 157 км, средняя - 5,2 км. Средние уклоны селевых русел меняются от 28 до 862 %. В бассейне Уруха зарегистрированы три притока, где были зафиксированы селепроявления ледникового генетического типа с объемом твердых отложений более 500 тыс. м³. Но один из них (р. Билягидон - левый приток р. Урух) на сегодняшний день не имеет следов свежих селевых выносов, хотя в устье реки село Ахсау расположено на огромном селевом конусе выноса, что свидетельствует о возможности селепроявлений больших объемов [Обследовать..., 2001]. Сели в этих бассейнах угрожают с. Ахсау, с. Вакац, автодорогам. По пяти притокам зафиксированы сели объемом более 100 тыс. м³ [Кондратьева и др., 2015], здесь селепроявления угрожают с. Дзинага, с. Ногкау, автодороге. Остальные притоки Уруха имели селевые объемы менее 100 тыс. м³, сели угрожают селам Камата, Моска, Одола, Стур-Дигора и автодорогам. По генезису водной составляющей в бассейне Уруха селепроявления делятся: дождевые сели - 96 %, ледниковые - 4 %.

Река Терек берет свое начало на склоне Главного Кавказского хребта в Трусовском ущелье из ледника горы Зилга-Хохна высоте 2713 м над уровнем моря. Протекает по территориям Грузии, Северной Осетии, Кабардино-Балкарии, Ставропольского края, Чечни и Дагестана.

Селевая деятельность в бассейне р. Терек в Северной Осетии - Алания развита между Боковым и Скалистым хребтами. На территории республики суммарная площадь поражённости селями составляет 84 км², средняя 14 км². Суммарная длина селевых русел около 34 км, средняя 5,6 км. Средние уклоны селевых русел меняются от 160 до 344 %.



Селевые объемы в бассейне р. Терек в районе РСО – Алания в основном менее 100 тыс. м³, кроме левого притока Терека р. Белая у с. Верхний Ларс, здесь зафиксированы сели объемом более 100 тыс. м³. Генезис водной составляющей селепроявлений - дождевой. По долине р. Терек проходит оживленная Транскавказская автомагистраль, которая очень часто подвергается воздействию селевых потоков, о чем сразу становится известно. Кроме того, здесь проложен Транскавказский газопровод, который в августе 1967 г. был разорван селом, прошедшим по левому притоку Терека р. Амали. 17 мая 2014 года в Дарьяльском ущелье на территории Грузии на участке соединения рек Терек и Амали-Девдорак имело место прохождение селя катастрофического масштаба. Объем сошедшей массы ориентировочно составляет 5 млн. кубических метров. В результате схода селя погиб один гражданин Украины и, как минимум, семь человек считаются пропавшими. Кроме того, был поврежден участок дороги, связывающей Грузию с Россией и газопровод Север-Юг, по которому российский газ поставляется в Армению (http://www.ossetia.ru/news/accidents/mchs_voenno_gruzinskaya_doroga_budet_zakryta_esh_ch.html).

Селевые явления в Северной Осетии достаточно хорошо изучены многими учеными страны. По территории республики проходит Транскавказская автомагистраль, которая является одним из наиболее сложных участков (в селевом и лавинном отношении).

На рисунке 1 представлена карта (М 1:100 000) селеопасности бассейнов Республики Северная Осетия - Алания с выделением генетического типа селей.

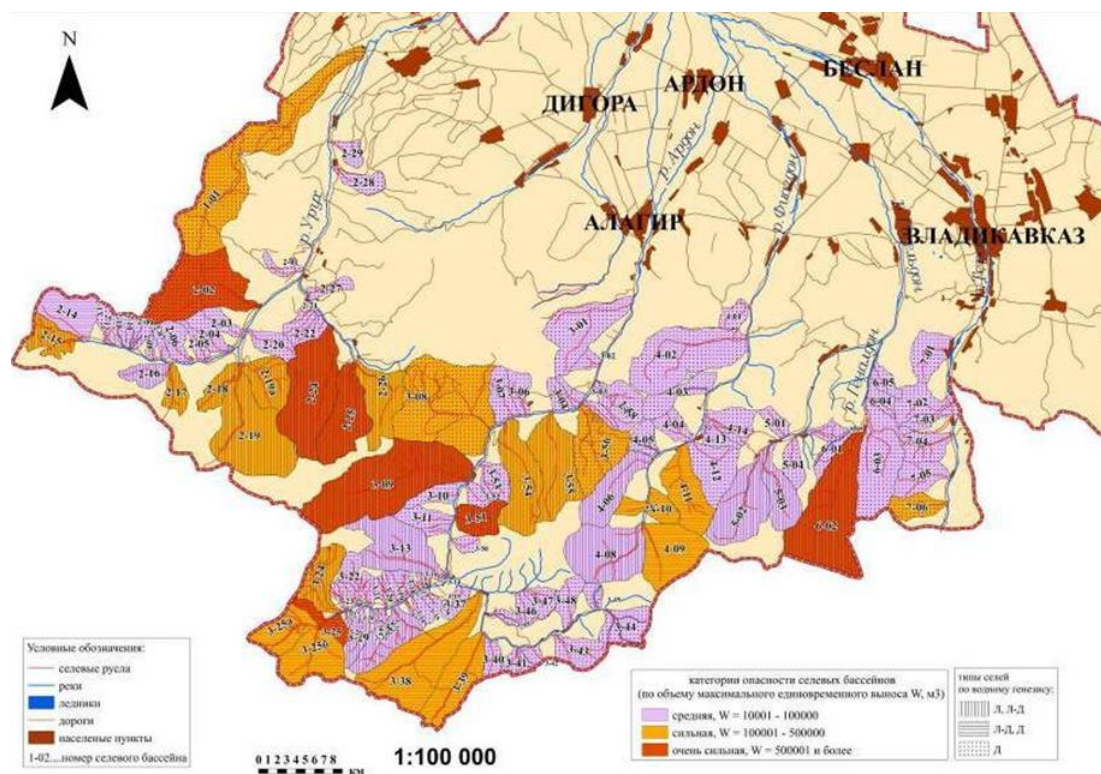


Рис. 1. Селеопасность бассейнов Республики Северная Осетия - Алания с выделением генетического типа селей.

Список литературы

- Агибалова В.В. (1983). Сели в Северной Осетии. Орджоникидзе: Издательство Ир, 115 с.
 Бероев Б.М. (1984). По Северной Осетии: 2-е изд., испр. и доп. Москва: Физкультура и спорт, 144 с.



- Васьков И.М. (2011). Ледово-каменные обвалы и их прогнозирование. Опыт Геналдонской катастрофы, Центральный Кавказ. LAP LAMBERT Academic Publishing. Саабрюкен, 233 с.
- Виленкин В.Л. (1955). Паводки и сели в Северной Осетии. Изв. Северо-Осетинского НИИ, XVII: 321-325.
- Герасимов В.А. (1974). О селях на северном склоне Центрального и Восточного Кавказа. Труды Высокотгорного гефизического института, 27: 63.
- Герасимов В.А. (1978). Селеопасные долины Северной Осетии. // Труды Высокотгорного гефизического института, 40: 46.
- Герасимов В.А. (1985). Селеопасные территории Северного Кавказа. // Труды Высокотгорного гефизического института, 57: 39.
- Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Кануков А.С., Габараев А.Ф., Шепелев В.Д., Морозов Ф.С. (2016). Мониторинг опасных природно-техногенных процессов на территории РСО-А. Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа, 309.
- Запороженко Э.В., Каменев Н.С., Никулин А.С. (2014). Локальные особенности условий селеформирования в долинах Кавказского хребта на примере р. Баддон (РСО-Алания). Сборник трудов Северо-Кавказского института по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства, 20: 135.
- 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 – Нальчик, Феория - Печатный двор, 148 с.
- Котляков В.М. (2015). Снег и лед на Земле. Электронный атлас. Под общей ред. В.М. Котлякова. Москва, Институт географии Российской академии наук.
- Обследовать селевые очаги и определить факторы формирования и развития селей для разработки метода их прогнозирования в бассейнах рек Баксан и Терек (2001). Отчет о НИР. Нальчик, фонды ФГБУ «ВГИ», 204 с.
- Панов В.Д., Хворостов В.В. (1987). К вопросу о селевой опасности в Цейском ущелье. Гляциология Северного Кавказа, 2: 39.
- Развитие технологий мониторинга, экосистемное моделирование и прогнозирование при изучении природных ресурсов в условиях аридного климата по теме: Исследование режима стока талой воды с ледников Центрального Кавказа (2005). Отчет о НИР. Нальчик, фонды ФГБУ «ВГИ», 144 с.
- Разумов В.В., Стрешнева Н.П., Перекрест В.В. (2001). Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа. Под ред. М.Ч. Залиханова. Санкт-Петербург, Гидрометеоздат, 112 с.
- Тавасиев Р.А. (2013). Ледники, каменные глетчеры и озера комплекса «Мамисон». Вестник Владикавказского научного центра. 13(3): 33.