

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.



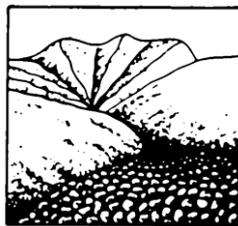
Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили

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



Селевая опасность бассейна р. Варзоб (Таджикистан)

А.Р. Фазылов¹, Дж.Б. Ниязов¹, М.С. Саидов², Е.А. Таланов³

¹*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академия наук Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан, niyazovjafar@mail.ru*

²*Научно-исследовательский центр Государственного комитета по земельному управлению и геодезии Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан, saidov-mirzo@mail.ru*

³*Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан teage@mail.ru*

Водосбор р. Варзоб считается одним из густонаселенных селевых бассейнов Таджикистана и отличается многообразием подстилающих поверхностей и селевых очагов, а также относительно высоким уровнем гидрометеорологической изученности. В этом бассейне расположены столица Республики Таджикистан - г. Душанбе с населением более 800 тыс. чел., многочисленные гидротехнические сооружения, автодорога, связывающая южные и северные регионы Республики Таджикистан, линии связи и электропередач, турбазы и т.д., часть из которых находится в зоне возможного воздействия селевых потоков. При этом продолжительность селеопасного периода с ростом абсолютной высоты в бассейне р. Варзоб заметно снижается и на высотах более 3000 м и составляет менее 100 дней. В отдельных створах левобережных притоков р. Варзоб максимальные расходы селевых потоков (по следам их отложений) превышают 1000 м³/с. Плотность селевой смеси этих селей может достигать 2400 кг/м³.

сель, селевые потоки, селеопасность, чрезвычайная ситуация, р. Варзоб, бассейн, река, сая

The debris flows hazard of the river Varzob basin (Tajikistan)

A.R. Fazilov¹, J.B. Niyazov¹, M.S. Saidov², Ye.A. Talanov³

¹*Institute of water problems, hydropower and ecology Academy of Science of Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, niyazovjafar@mail.ru*

²*Research center of the State Committee for land management and geodesy of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, saidov-mirzo@mail.ru*

³*Kazakh national University Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, teage@mail.ru*

The Varzob river watershed area is considered one of the densely populated areas of Tajikistan and is characterized by a variety of underlying surfaces and mudslides, as well as a relatively high level of hydro meteorological study. Dushanbe, the capital of Tajikistan, with a population of over 800 thousand people, numerous hydraulic structures, roads linking the Southern and Northern regions of Tajikistan, communication lines and power transmission, tourist centers, etc., are in this zone and some of them are under a threat of debris flows impact. The duration of the settlement period with the growth of absolute height in the Varzob river basin is markedly reduced at altitudes of more than 3000 m and constitutes less than 100 days. The maximum flow rate of debris flows exceeds 1000 м³/s in separate left-Bank tributaries of the Varzob River. The density of the mud mixture of these debris flows reach 2400 kg/m³.

debris flow, debris flow hazard, emergency situation, Varzob river, basin, river, sai



В Республике Таджикистан наиболее опасным стихийным бедствием, связанным с водой, считается селя. Сезон селепроявлений продолжается в основном с марта по август. На территории Горно-Бадахшанской Автономной области угроза сели действует с июля по октябрь. С 2012 по 2016 гг., в Таджикистане зафиксировано 603 чрезвычайные ситуации (ЧС) природного характера, из которых сход сели, составляют 205 (34%) от всех ЧС. При этом погибли 38 чел. Ущерб от всех ЧС природного характера за данный период составил более 600 млн. USD. В том числе ущерб от селей - более чем на 378 млн. USD (63%). Следует отметить, что в РТ установлена 381 опасная зона первой степени, из них 186 находятся под угрозой схода сели [Фазылов и др., 2017].

Исследуемый селевой бассейн условно разделен на 6 селевых подрайонов (Зидды, Майхура, Такоб, Варзоб, Лучоб, Харангон), отличающихся широким площадным проявлением селевых процессов различных типов и степеней их опасности (сильная, умеренная, слабая, незначительная) и характеризующиеся различным порядком, по своим морфометрическим параметрам (Рис. 1, а.).

Специфической особенностью рассматриваемого селевого бассейна является то, что количество притоков первого порядка относительно притоков всех других порядков составляет более 80% в широком диапазоне абсолютных высот: от 925 до 3800 м, а их средневзвешенные высоты находятся в диапазоне от 2100 до 3100 м. Селевые потоки формируются в течение теплого периода года [Дяконов, 1980] (Рис. 1, б). Высокая степень активности в бассейне р. Варзоб известна давно и здесь накоплен уникальный опыт снижения селевой опасности. Однако интенсивное освоение горных территорий последних лет и вместе с тем не регламентированная хозяйственная деятельность в этом бассейне резко обостряет проблемы защиты населения и объектов от разрушительного воздействия селей.

Высокая степень активности в бассейне р. Варзоб известна давно и здесь накоплен уникальный опыт снижения селевой опасности. Однако интенсивное освоение горных территорий последних лет и вместе с тем не регламентированная хозяйственная деятельность в этом бассейне резко обостряет проблемы защиты населения и объектов от разрушительного воздействия селей.

В основу районирования положено выделение в бассейнах реки Варзоб и ее многочисленных притоков участков различных по условиям формирования твердой составляющей селевых потоков. Вопросы формирования жидкой составляющей не рассматриваются, так как являются объектом специальных гидрологических исследований [Мочалов и др., 1993].

В высокогорной зоне, лежащей выше постоянной снеговой линии, интенсивное выветривание происходит под воздействием колебаний температуры воздуха. На склонах южной экспозиции нагреваются за день до 34-59 и остывают за ночь до 11,3-1,20. Амплитуда колебаний температуры достигает 47,2. Интенсивное разрушение горных пород в высокогорной зоне происходит также под воздействием силы замерзающей воды, которая с огромной силой давит на стенки трещин и способствует расчленению монолитных блоков на отдельные угловатые обломки. Интенсивно разрушаются в высокогорной зоне граниты, крупнозернистые, образуя большое количество дресвы в бассейнах саёв Дараичала, Ишакколды, Дараикуллол. Более устойчивы известняки и граниты мелкозернистые, дающие при выветривании крупные обломки. Химическое выветривание развито, в основном, на склонах северной экспозиции, где они получают больше влаги.

Современные геологические процессы играют роль поставщиков твердой составляющей селевого потока. На исследуемой территории широко развиты самые различные современные геологические процессы. В зависимости от высоты местности и экспозиции склона на горную породу воздействуют различные агенты выветривания. В высокогорной зоне, лежащей выше постоянной снеговой линии, интенсивное выветривание происходит под воздействием колебаний температуры воздуха (Рис. 1, б, в).

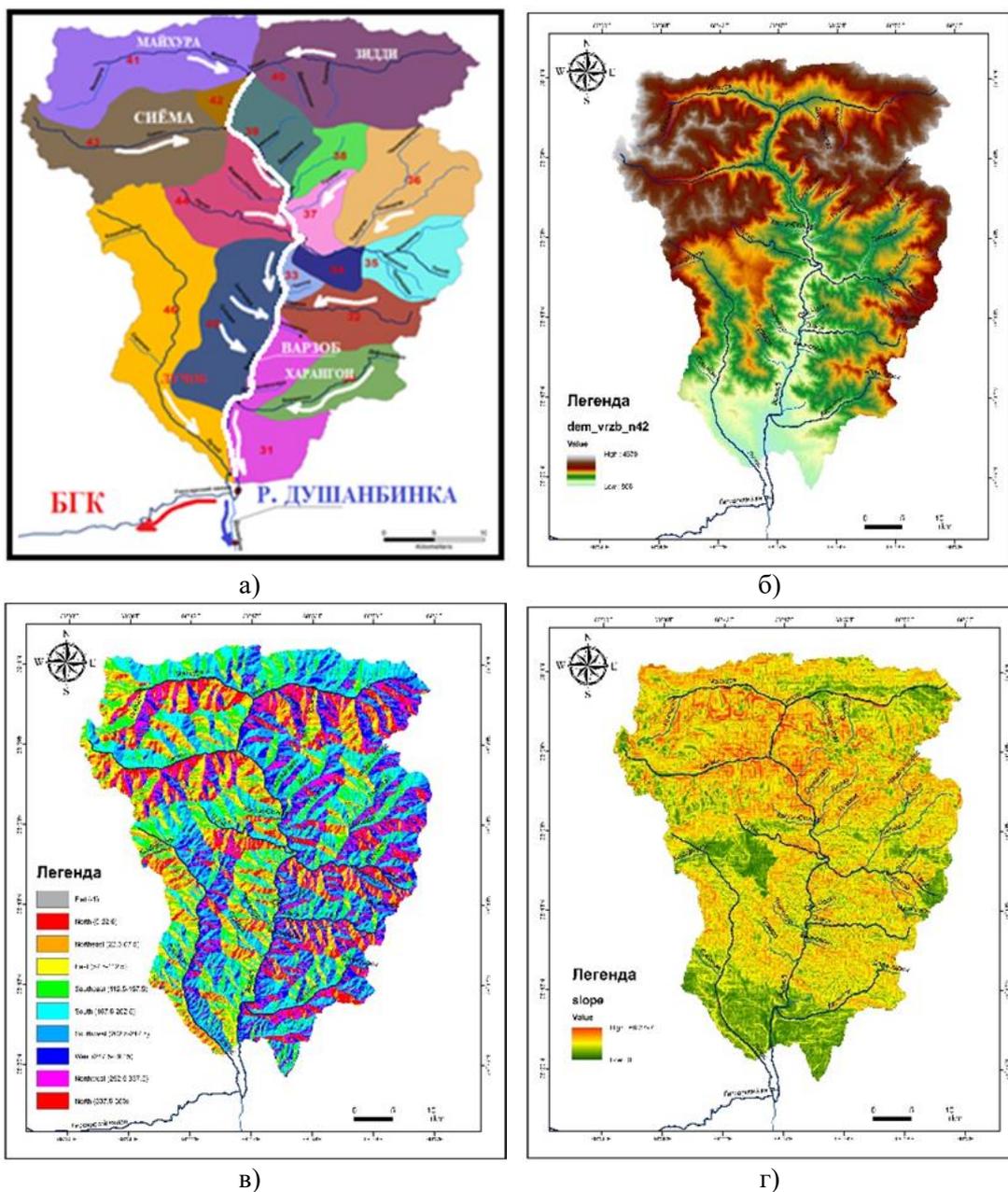


Рис. 1. Селевой бассейн р. Варзоб: а) схема-карта бассейна р. Варзоб; б) Цифровая модель рельефа (DEM) селевого бассейна; в) Экспозиция (Aspect) селевого бассейна; г) Уклон (Slope) селевого бассейна.

Следует отметить, что оползни как поставляют материал для питания селевых потоков, так и служат часто источником селей. Территориально оползневые явления приурочены к областям развития суглинков.

Условия формирования селевых потоков в бассейне р. Варзоб следующие:

1. Селевые потоки распространены, в общем, равномерно по площади бассейна реки Варзоб, тяготея к левобережному участку между долинами рек Такоб, Ишакколды.

2. Наиболее мощные сели приурочены к саям - в бассейнах рек Ишакколды, Дараикуллол, Дараичала, Зимчуруд). По левому берегу р. Варзоб на участке от р. Такоб до р. Ишакколды включительно, следует ожидать при выпадении ливневых дождей, или при резком повышении температуры воздуха и усилении таяния снега, прохождение селей водокаменных, несвязных, значительной мощности.



3. Значительное развитие имеют оползневые процессы, способствующие накоплению на дне сая и по его бортам суглинистого, легкоразмываемого материала. Сели, здесь проходящие, обычно грязекаменные, несвязные, редко связные. Примером таких селей являются сели по саям Такоб, Туйкутал, Вармоник, Фанфарок, Харангон, Безымянный (14 км.).

4. Сели образуются в самых различных геоморфологических условиях. При крутизне склонов более 45° продукты выветривания пород на них не удерживаются и поступают на дно сая, а на склонах крутизной 15° и менее 15° продукты выветривания накапливаются в значительных количествах и принимают участие в питании селевого потока эпизодически (Рис. 1, г).

5. В формировании несвязных, водокаменных и грязекаменных потоков главную роль играют плоскостной смыв, осыпание и обваливание рыхлообломочного материала, подмыв берегов и размывание донных отложений, а связные потоки образуются весьма редко и толчком к их появлению служат обычно оползни-потоки, оплывины.

7. Растительность на описываемой площади в селеобразовании играет двойную роль. Мхи и лишайники, покрывающие скалы на высотах – от 2000 м и выше, препятствуют выветриванию коренных пород [*Национальная Программа Действий по борьбе с опустыниванием в Таджикистане, 2000*]. Следовательно, эти нижайшие растения препятствуют выветриванию. Густые древесно-кустарниковые заросли по дну сая почти совершенно гасят ударную силу селевого потока.

Отдельные деревья арчи, верхняя граница распространения которых проходит на отметках 3300-3500 м, а нижняя на 1500-2000 м способствуют формированию селевых потоков.

8. Сели в бассейне реки Варзоб несвязные, водокаменные и должны быть скорее отнесены к селевым паводкам, ввиду относительно слабой насыщенности их твердым материалом.

9. Наиболее крупные сели, нанесшие наибольшие разрушения, вынесшие значительное количество рыхлообломочного материала с крупностью обломков более 2.0-3.0 м прошли по саям Дараикуллол, Ишакколды, Дараичала, Такоб-Диамалик-Вармоник. Эти сая имеют площадь бассейна питания более десяти километров, породы здесь развитые, склоны сая имеют крутизну, на которой продукты выветривания не накапливаются, а поступают на дно и увлекаются паводковыми водами. Значительное развитие имеют здесь оползни и осыпи.

На основании анализа условий формирования селей в бассейне р. Варзоб выделены 5 основных типов участков [*Дяконов, 1980; Шомахмадов и др., 2010*].

1. Участки активного накопления и быстрого сноса рыхлообломочного материала - активные очаги зарождения селей;

2. Участки потенциально возможного накопления и сноса рыхлообломочного материала, особенно в период землетрясений - потенциально возможные очаги зарождения селей;

3. Участки дополнительного подпитывания селей в зоне и транзита (в момент прохождения селей);

4. Участки, практически не поставляющие саям рыхлообломочный материал, не принимающие участия в процессе формирования твердой составляющей селей;

5. Участки аккумуляции селевых отложений - селевые конусы выносы.

Участки первого типа – активные очаги зарождения селей выделяются в разных частях бассейна р. Варзоб и приурочены как к различным высотным зонам, так и к областям развития пород различных геолого-генетических комплексов.

В геоморфологическом отношении участки активного накопления и сноса рыхлообломочного материала представляют собой склоны долин крутизной 30-45°, достаточной для удержания на поверхности, продуктов разрушения коренных пород в состоянии предельного равновесия и проявления сил гравитации с другой стороны (рис. 1г).



Определение условий формирования селей позволяют дать более обоснованные рекомендации по противоселевым мероприятиям региональные для всего бассейна реки Варзоб:

- бассейны, значительная часть площади которых не менее 2-5% занимают активные очаги зарождения селей отнесены к особо селеопасным;
- бассейны, у которых от 25 - до 50 и более процентов территории занимают потенциально возможные очаги зарождения селей отнесены к селеопасным;
- бассейны, основную площадь которых (более 75%) занимают участки, практически не поставляющие рыхлообломочный материал для селевых потоков отнесены к неселеопасным.

Дальнейшее направление работ по изучению селевых потоков должны заключаться в проведении детальных инженерно-геологических исследований масштаба не мельче 1:10000 по особо селеопасным саям. На территории активных очагов зарождения селей в этих саях необходимо поставить стационарные исследования. Первоочередными участками детальных исследований являются сая Дараикуллол, Дараичала, Ишакколды, Зимчуруд, Оджук, Харангон.

Особое место занимают предупреждающие и ликвидационные меры, направленные на снятие угрозы от полных и частичных перекрытий речных долин с прорывом запрудных озёр и переливом водохранилищ. В горных районах возможно применение всех видов мероприятий, хотя многие активные меры очень дорогостоящи и осуществление их сопряжено со многими трудностями. Предлагаемые меры могут быть общими для всех или большинства типов явлений или особыми, применяемыми в каждом конкретном случае. Часто эффективная борьба с одними явлениями снимает угрозу от других, что наиболее эффективно при наличии цепочных явлений: оползень - сель, овраг - оползень, эрозия - сель, и т.д. Для определения комплекса защитных мер и сложности условия их применения на определенный вид территории, необходимо рассматривать наиболее приемлемые защитные мероприятия отдельно для каждого типа процессов в каждом подрайоне.

Список литературы

- Дяконов В.А. (1980). Результаты инженерно-геологических исследований на оползневом склоне Зидди по работам 1974-1975 гг. Душанбе, Деп. в КГЭ, 7-12 с.
- Национальная Программа Действий по борьбе с опустыниванием в Таджикистане (2000). Душанбе, 184 с.
- Мочалов В.П., Таланов Е.А. (1993). Результаты исследований селевых явлений в бассейне р. Варзоб. В кн.: Гидрометеорология в Казахстане. Сборник научных трудов. Алма-Ата: Изд. КазТУ, 40-52.
- Фазылов А.Р., Лавров Н.П., Ниязов Дж.Б. (2017). Селевая безопасность в Таджикистане. В кн.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. науч. тр. ФГБОУ ВПО РГАТУ. Под ред. Н.В. Бышова. Рязань, 77-81.
- Шомахмадов А.М., Саидов М.С., Хамидов А. (2010). Разработка современной модели прогнозирования внезапных наводнений на реке Варзоб. В кн.: Сборник трудов №2 ИАЦ КЧС и ГО Республики Таджикистан (2001-2009). – Душанбе, 45-111.