

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.



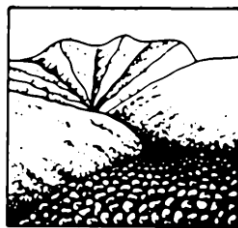
Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили

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



Анализ состояния прорывоопасных озер по долине реки Гунт в Юго-Западном Памире

Г.В. Шафиев

*Агентство Ага Хана по Хабитат в Таджикистане, Душанбе/Хорог, Таджикистан,
ganjali.shafiev@akdn.org*

В статье кратко рассматривается опыт работ организации FOCUS в Республике Таджикистан по оценке предполагаемого ущерба от прорывоопасных озер Юго-Западного Памира в рамках проекта COSE.

плотина, прорывоопасное озеро, селевой очаг, селевой вал, угроза, митигационные проекты, система раннего оповещения, снижение риска

Analysis of the state of outburst lakes along the Gunt River valley in the South-Western Pamirs

G.V. Shafiev

*Aga Khan Agency for Habitat in Tajikistan, Dushanbe/Khorog, Tajikistan,
ganjali.shafiev@akdn.org*

Author briefly describes an experience of works of the FOCUS Organization in Tajikistan according to estimated damage from break of dam of lakes of Southwest Pamir in a COSE project frame.

dam, outburst lake, debris flow origination site, debris flow swell, hazards, mitigation projects, early warning system, decrease of risk

В Таджикистане насчитываются 1449 озер общей площадью 716км². Порядка 80% из них находятся в горных районах на абсолютных высотах 2500-5000 м над уровнем моря [Виниченко, 2003].

Среди опасных природных процессов, особой катастрофичностью отличаются селевые потоки, образующиеся в результате прорыва горных озер. В зону их поражения попадают населенные пункты, инфраструктуры и социальные объекты, расположившиеся вниз по долинам [Флейшман, 1978].

События отдаленных геологических угроз, связанные с прорывом ледниковых озер в высокогорьях Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) неоднократно вызывали катастрофы в течение предыдущих десятилетий. Примером могут послужить прорыв озера Хидорджевдара в 1991 году, селевой поток в селение Дашт в 2002 году в долине реки Шохдара и селесход гляциального характера в долине Барсемдара долины реки Гунт в 2015 году [Шнайдер, 2003; «ФОКУС Гуманитарная...», 2015].

Основной целью проведенных исследований является обращение внимания государственных структур и населения, проживающих в долинах рек Шохдара и Гунт на существующие проблемы, с точки зрения снижения риска от селевых потоков и других опасных природных явлений [Шнайдер, 2010].

В рамках проекта COSE-1 была проведена оценка в пределах долин рек Гунт, Шохдара и прилегающих к ним водосборных бассейнов. В ходе проведения полевых исследовательских работ специалистами организации FOCUS были использованы



методы дистанционного зондирования с использованием спутниковых и аэрофотоснимков, а также пешие обследования потенциальных прорывоопасных озер. За период работ по проекту были обследованы:

- 2 ледниковых озера в долине реки Тукузбулок (правая составляющая реки Гунт),
- 6 морено-ледниковых озер и 1 озеро запрудного характера в долине реки Гунт.

Во время изучения ледниковых озер попутно проведены визуальные оценки состояния ледников, морен, термокарстов. Исследована также гипотетическая связь глобального изменения климата, его влияние на исчезновение озер и образование новых озер на теле ледников и морен.

При подготовке модели возможного затопления населенных пунктов в долине реки Гунт при возможном прорыве озер, были использованы:

- Программа приближенного расчета по определению потеря прорывной волны на расстояние [*Costa, 1988*].
- Результат батиметрических съемок озёр Риваккул, Нимоскул, Упаликул и Барсемкул в 2015-2017 гг.
- Расчет максимального расхода рек с учетом прорывной волны [*Costa, 1988*].
- Пропускная способность долин в районе точек замеров.
- Высота прорывной волны на створах.
- Время прихода прорывной волны до населенных пунктов.

Автор выражает благодарность специалистам Швейцарского Агентства по развитию и Московского государственного университета за оказанную помощь в проведении батиметрической съемки озер и обработке материалов.

При подготовке статьи использованы материалы по дешифрированию космических и спутниковых снимков методом аэрокосмического зондирования и батиметрической съёмки озер Барсемкул (2015 г.), Упаликул, Риваккул, Нимоскул (2017 г.) и отчёт «Селевые потоки в долине Барсемдара в июле 2015 года и образование подпрудного озера Барсемкуль на реке Гунт (ГБАО)».

При подготовке модели зоны поражения начальный расход воды рассчитывалось с учетом полного исхода объема воды из озера. Расход водного потока в руслах рассчитывались исходя из глубины уровня воды на русле на момент замера и при максимальном уровне. Гидравлические радиусы водных потоков рассчитывались исходя из формы сечения русла. Высота прорывного вала рассчитывалась исходя из пропускной способности русла реки в районе точки замера, а также от конфигурации формы долины. Скорость течения водного потока на русле рассчитывалась с учетом прорыва и морфометрических показателей местности.

На основании результатов полевого обследования, оценки и подсчета возможного ущерба при прорыве озер, расположенных в долине реки Гунт предположительно выделены озера по уровню угроз, краткое описание которых приводится ниже.

Краткий обзор прорывоопасных озер долины реки Гунт

Упаликул. Озеро по уровню угрозы относится к умеренному типу. Плотины озера состоит из морены, которая может быстро размываться. Потенциальная опасность озера заключается в том, что вверх по долине находятся еще 5 озер каскадного характера и при прорыве одного из них, вода может прорвать существующую плотину с последующим образованием селевого схода вниз по долине. В зоне потенциальной угрозы от прорывной волны и селевого потока находятся населенные пункты джамоата Ванкала расположенные вдоль реки Гунт [*«ФОКУС Гуманитарная...»*, 2015].

Кулев. Озеро по уровню угрозы относится к умеренному типу. Плотины озера состоит из морены, которая может быстро размываться. Потенциальная опасность озера заключается в том, что выше, расположено еще одно озеро, которое в случае прорыва может вызвать разрушение дамбы нижнего озера. При этом по долине может пройти водоселевой поток, который представляет угрозу населенным пунктам джамоатов Вер и Ванкала расположенные вдоль реки Гунт [*«ФОКУС Гуманитарная...»*, 2015].



Варшедзкул. Озеро по уровню угрозы относится к опасному типу. Проблема заключается в том, что озеро расположено в теле морены и дамбу озера составляют лед и обломки горных пород. Прорыв озера возможен при отрыве языка ледника Варшедз или сильного потепления, которое может вызвать прохождения большого потока воды выше озера. Прорыв озера представляет непосредственную угрозу населенным пунктам Варшедз и Имом, а также селениям джамоата Ванкала расположенные вдоль реки Гунт [Шнайдер, 2003].

Шазуд. Озеро по уровню угрозы относится к умеренному типу. Здесь имеются несколько озер, которые расположены в языковой части морены у подножья ледника. Сброс воды из озёр происходит по выработанному тальвегу и пройдя через завал, ниже образует единое русло. Прорыв озёр может быть не такой уж опасной, поскольку завал между протоками является своего рода сдерживающим фактором. Тем не менее, если в начальной стадии размывается большой объем осадочного материала, то это может вызвать прохождения селевого потока внизу по течению. Вероятность достижения селения Шазуд низкая [Шнайдер, 2003; «ФОКУС Гуманитарная...», 2015].

Пиш. Озеро по уровню угрозы относится к умеренному типу. Главной проблемой для возникновения опасности является потепление, которое может способствовать активизацию таяния ледников с последующим образованием озёр. Анализ исторических данных показывает, что за последние 30-40 лет, по Пишдара, произошло отступление ледника Рог и образование новых озер у его подножья. При проведении оценки было выяснено, что даже прорыв озёр, расположенных в верховье Пишдара не представляют угрозу населенным пунктам, расположенных на конусе выноса данного ущелья. Дело в том, что днище Пишдара заполнено крупнообломочным материалом с многочисленными ловушками, которые являются преградой для поверхностного движения воды и селевого потока [«ФОКУС Гуманитарная...», 2015].

Патхур. В верховье ущелья находятся 2 озера незначительных размеров. Озёра ледникового происхождения, плотина составляет лед и обломочный материал. Оба озера не имеют предпосылки для прорыва. Однако не стоит исключать возможности прорыва, так как есть вероятность существования больших резервуаров в теле ледника или морены, которые могут представлять потенциальную угрозу. По Чапдаре прорывной паводок представляется более чем вероятным. Хотя ни озеро, ни плотина не представляют собой угрозы, тем не менее, остается много неопределенностей в отношении содержания погребенного льда в теле морены. Катастрофический прорыв с обследованных озер представляется маловероятным, так как их объем является ограниченным, более того, в долине существует места для удержания воды [«ФОКУС Гуманитарная...», 2015].

Нимоскул. Озеро по уровню угрозы относится к потенциально опасному. Вероятность прорыва низкая, так как строение существующей плотины скалистое. Прорыв возможен при падении в чашу озера оползня или обвала вызванный землетрясением. В верховье ущелья имеются 3 ледниковые озера. Областью питания озёр являются ледники. Плотины озёр моренные. Отток воды из верхних озер происходит по выработанным тальвегам. Сброс воды из верхних озёр происходит путем фильтрации воды через плотины. В случае прорыва в зоне угрозы от прорывной волны и селевого потока попадают селение Нимос и прибрежная часть селений Шитам и Рожак, а также населенные пункты джамоатов Вир и Навабад расположенные вдоль реки Гунт [«ФОКУС Гуманитарная...», 2015; Черноморец и др., 2017].

Риваккул. Озеро в верховье Ривакдара образовано в результате перекрытия долины моренной. Гребень плотины находится на высоте 70-80 метров выше уровня зеркала озера. Наименьшая высота надводного борта составляет 20-30 метров. Западная и северная части поверхности плотины состоят из крупных гранитных блоков. С юга, обрушенные породы, состоящие из дресвы и мелких обломков, примыкают к плотине. Прорыв озера может вызвать сильное землетрясение или резкое потепление. В случае прорыва в зоне угрозы от прорывной волны и селевого потока могут попасть селения Ривак, Турбат, другие жилые и социальные объекты джамоатов Навабад, Сучан и города

Хорог, расположенные близко к руслу реки Гунт [*«ФОКУС Гуманитарная...», 2015; Черноморец и др., 2017*].

Барсемкул. Озеро образовано в результате схода больших селевых потоков по Барсемдара в июле 2015 года. Плотина озера составляет материалы селевого потока. В настоящее время сброс воды из образовавшегося озера происходит по выработанному руслу. Ширина русла составляет 25 м. Озеро, сформировавшееся в долине реки Гунт, продолжает оставаться существенным фактором, угрожающим территориям, расположенным вниз по течению [*Черноморец, 2015; Черноморец и др., 2017*]. В настоящее время производятся мероприятия по спуску воды из озера методом строительства сбросных каналов.



Рис. 1. Селевая запруда долины реки Гунт в районе селения Барсем.



Рис. 2. Озеро Барсемкул (результат перекрытия долины селевым потоком в 2015 г.).

Необходимо констатировать, что в высокогорных районах, в частности в долине реки Гунт, события, связанные с катастрофическими прорывами ледниковых озер будут происходить и в будущем.

Также следует обратить внимание и на то, что многие озёра ледникового происхождения, имеют свойства меняться в размерах и при этом они могут постепенно или даже быстро перейти от безопасного состояния в состояние, подверженного к прорыву.

Характеристика озёр, которые могут представлять опасность прорыва, приводится в нижеследующей таблице.



Таблица 1. Характеристика прорывоопасных озер долины реки Гунт на Юго-Западном Памире

Местоположение озера	Объем воды (млн. м ³)	Тип строения плотины	Первоначальный расход воды при прорыве (м ³)	Тип долины по строению	Дальность очага зарождения до начального населенного пункта (км)	Средняя скорость прихода волны до первого населенного пункта (м/с)	Время прихода прорывной волны до начального населенного пункта (мин.)	Населенный пункт
Упали Нижний. Правый борт долины р. Тукузбулок в 142км от г. Хорог вверх по течению	0.8	Моренный	164	Широкий	24	7.5	53.3	Джелонди, джамоат Ванкала, Шугнанский район
Кулев Нижний. Левый приток р. Тукузбулок в 125км от г. Хорог вверх по течению	23.3	Моренный	1272	Широкий	20	8	41.7	Рохи Нав, джамоат Ванкала, Шугнанский район
Шазуд Верхний. Правый приток р. Гунт в 120км от г. Хорог вверх по течению	0.27	Моренный	64	Узкий	21	9.5	36.8	Шазуд, джамоат Ванкала, Шугнанский район
Варшедз Нижний. Левый приток р. Гунт в 125км от г. Хорог вверх по течению	2.5	Ледниковый	620	Узкий	12	7	28.6	Варшедз, джамоат Ванкала, Шугнанский район
Пиш. Левый приток р. Гунт в 92км от г. Хорог вверх по течению	0.55	Ледниково-моренный	50	Узкий	9	1	150	Пиш, джамоат Ванкала, Шугнанский район
Патхур (Чапдара) Правый приток р.	1.06	Ледниковый	73	Узкий	15	9.5	26.3	Патхур, джамоат Ванкала,



Местоположение озера	Объем воды (млн. м ³)	Тип строения плотины	Первоначальный расход воды при прорыве (м ³)	Тип долины по строению	Дальность очага зарождения до начального населенного пункта (км)	Средняя скорость прихода волны до первого населенного пункта (м/с)	Время прихода прорывной волны до начального населенного пункта (мин.)	Населенный пункт
Гунт в 95км от г. Хорог вверх по течению								Шугнанский район
Нимос. Левый приток р. Гунт в 70км от г. Хорог вверх по течению	11	Моренный	894	Узкий	5	8	10.4	Нимос, джамоат Вир, Шугнанский район
Ривак Нижний. Левый приток р. Гунт в 65км от г. Хорог вверх по течению	16	Моренный	598	Узкий	26	10	43.3	Ривак, джамоат Навабад, Шугнанский район
Барсем. Правый приток р. Гунт в 25км от г. Хорог вверх по течению)	4	Селевая запруда	1460	Узкий	1	7	2.4	Бердибекобод, джамоат Сучан, Шугнанский район

Примечание: Гидрологические показатели озер Упаликул, Ривакул, Нимоскул и Барсемкул составлены по данным батиметрических съемок 2015-2017 гг.



Рис. 3. Озеро Варшедз Нижнее.



Рис. 4. Озеро Шазуд Верхнее.



Рис. 5. Озеро Пиш Верхнее.



Рис. 6. Озеро Нимос.



Фото 7. Озеро Ривакул Нижнее.



Фото 8. Озеро Ривакул Нижнее.



Фото 9. Озеро Упали Нижнее.



Фото 10. Озеро Упали Нижнее.

Список литературы

- Виниченко С.М. (2003). Снижение степени риска при катастрофических последствиях геологических процессов в горных сейсмоактивных территориях (Сарезское озеро). Ташкент, 58–60.
- Шафиев Г.В. (2013). Особенности проявлений селевых процессов и опыт международной организации «Фокус Гуманитарная Помощь» в разработке современных методов защиты от них в условиях Горного Бадахшана (Таджикистан). Геориск, 1: 53–59.
- Флейшман С.М. (1978). Сели. Л.: Гидрометиздат, 312 с.
- ФОКУС Гуманитарная Помощь (2015). Обеспечение безопасного условия в природном среде и координация по управлению снижению риска на уровне общин. Отчет. Душанбе.
- Черноморец С.С., Савернюк Е.А. (2015). Селевые потоки в долине реки Барсемдара в июле 2015 г. и подпрудное озеро Барсемкуль на реке Гунт (Горно-Бадахшанская автономная область, Таджикистан). Отчет. Москва.



- Черноморец С.С., Аршинова М.А., Висхаджиева К.С., Докукин М.Д., Запорожченко Э.В., Кидяева В.М., Крыленко И.Н., Леонтьева Т.А., Петрасов В.В., Савернюк Е.А. (2017). Батиметрическая съемка озёр Упалы и Трумтакуль, условия формирования катастрофических селей и моделирование возможных прорывов. Отчет. Москва, Научно-исследовательская лаборатория снежных лавин и селей.
- Черноморец С.С., Аршинова М.А., Висхаджиева К.С., Докукин М.Д., Запорожченко Э.В., Кидяева В.М., Крыленко И.Н., Леонтьева Т.А., Петрасов В.В., Савернюк Е.А. Батиметрическая съемка озёр Ривак и Немас, условия формирования катастрофических селей и моделирование возможных прорывов. Отчет. Москва, Научно-исследовательская лаборатория снежных лавин и селей.
- Шнайдер Ж.Ф. (2003). Удаленные природные угрозы на Юго-Западном Памире. Отчет. Душанбе.
- Шнайдер Ж.Ф., Мергили М. (2010). Отдаленные геологические угрозы в высокогорных регионах Таджикистана. Отчет. Душанбе.