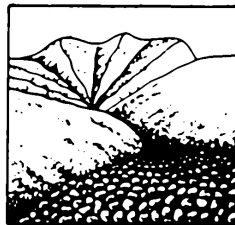


Труды Международной конференции

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г.



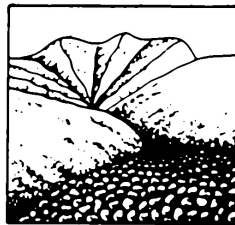
Ответственный редактор
С.С. Черноморец

Институт «Севкавгипроводхоз»
Пятигорск 2008

Proceedings of the International Conference

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008



Edited by
S.S. Chernomorets

Sevkavgirovodkhoz Institute
Pyatigorsk 2008

УДК 551.311.8
ББК 26.823

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г. – Отв. ред. С.С. Черноморец. – Пятигорск: Институт «Севкавгипроводхоз», 2008, 396 с.

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the International Conference. Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008. – Ed. by S.S. Chernomorets. – Pyatigorsk: Sevkavgiprovodkhoz Institute, 2008, 396 p.

Ответственный редактор: С.С. Черноморец
Edited by S.S. Chernomorets

Редакция английских аннотаций: К. Маттар и О. Тутубалина
English versions of abstracts edited by K. Mattar and O. Tutubalina

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 978-5-91266-010-8

© Селевая ассоциация
© Институт «Севкавгипроводхоз»

© Debris Flow Association
© Sevkavgiprovodkhoz Institute



Деградация горного оледенения Кавказского региона России как фактор активизации селевых процессов гляциального генезиса

Э.В. Запорожченко

Институт «Севкавгипроводхоз», Пятигорск, Россия

Mountain glaciation retreat in the Caucasus region of Russia as a factor of increase of the glacial debris flow activity

E.V. Zaporozhchenko

Sevkavgiptovodhoz Institute, Pyatigorsk, Russia

Сели – кратковременное экстремальное природное явление, часто переходящее в катастрофу, сопровождающуюся гибелью людей и большими материальными потерями. Проходили на территории России в прошлом, со всей серьезностью заявляют о себе в последние годы, имеют тенденцию усиления негативного воздействия на объекты жизнеобеспечения страны в обозримом будущем (если к таковому отнести ближайшие десятилетия). В Кавказском регионе, где сели выделяются частотой пространственного, временного и мощностью энергетического проявлений, а наиболее значительные имеют гляциальное происхождение, такой прогноз вытекает из анализа складывающейся обстановки, в свою очередь опирающейся на фактологию последнего десятилетия XX и первых лет XXI века (Джайлык, 1983 г.; Тырныауз, 2000 г.; Кармадон, 2002 г.; Джилы-Су, 2006 г.; Булунгу, 2007 г.).

Debris flow is a short-time extreme natural phenomenon, often turning into a disaster, accompanied by loss of life and great loss of property. Debris flows on the territory of Russia happened in the past, have been seriously felt in recent years and will intensify their negative impact on infrastructure in the decades to come. In the Caucasus region debris flow developments stand out for the frequency of occurrence in space, time and for their magnitude. The most significant of these events are of glacial origin. This forecast follows from the analysis of the current situation, which, in its turn, relies on the knowledge of event chronology of the last decade of the 20th century and the first years of the 21st century (Dzhaylyk, 1983; Tyrnyauz, 2000; Karmadon, 2002; Dzhily-Su, 2006; Bulungu, 2007).

Анализ реальных селевых событий новейшей истории приводит к следующим выводам:

1. На рубеже XX и XXI столетий в высокогорных областях северного склона Кавказской горной системы тенденция к глобальному потеплению вызвала сокращение ледникового покрова. С уходом на более высокие абсолютные отметки языков ледников (до 300 м за последние 50 лет) обнажаются массивы рыхлых раздельнозернистых, преимущественно моренных образований, сравнительно быстро появляются, растут и исчезают перигляциальные водоемы, увеличиваются уклоны притоков, в которых могут происходить насыщения водных потоков рыхлообломочным материалом. Усиливаются угрозы и риски возникновения по речным трактам селевых режимов. Наиболее значительные по разрушающему эффекту сели связаны с прорывами (опорожнениями) приледниковых озерных новообразований (1983 г. – верховья р. Куллумкол-Су, 2000 г. – верховья р. Кая-Арты-Су, 2006 г. – озеро Бирджалычиран). По сравнению с аналогичной тенденцией новейшей истории среднеазиатского высокогорья (Яфязова, 2007) в рассматриваемом регионе это проявляется с некоторым сдвигом (запозданием) во времени.

2. В каждом потенциально селеопасном бассейне в силу особенностей общегеологической (четвертичной) истории имеются разные возможности реализации катастрофических сценариев для хозяйственно осваиваемых устьевых частей горных рек (конусов выноса). Даже в территориально сближенных бассейнах может складываться отличный ход процессов переноса водными потоками твердого материала, дальности и объема выноса селевых отложений, что зависит от сложившихся морфологических условий по селевому тракту.

3. Для гляциальных зон Северного Кавказа с селевыми очагами важнейшей является продолжительность периода высоких температур в июле–августе, вызывающих повышенную абляцию ледовых масс на фоне пониженной общей и (или) фильтрационной устойчивости сдерживающих озерные новообразования естественных плотин (не обязательно абсолютно водонепроницаемых).

4. Поскольку погода в высокогорье контрастно отличается от предгорий, где в основном и располагаются действующие пункты метео- и гидрологических наблюдений, а возможности прорыва (опорожнения) приледниковых озер не могут быть оценены по практикуемым редким сезонным аэровизуальным наблюдениям (или по аэрофотоснимкам), для объектов и площадей, потенциально достигаемых селевыми потоками, актуально:

- иметь пункты метеонаблюдений в приледниковых зонах (хотя бы за температурой, осадки не являются определяющим фактором);
- ежегодно (во второй половине июня и повторно в середине июля) проводить наземные инженерно-направленные обследования состояния подпруд и (или) термокарстовых озерных новообразований (с целью определения возможности их прорыва – опорожнения и триггерных объемов).

Выполнение этих элементарных действий позволяет осуществлять кратковременный прогноз с приемлемой практической точностью.

5. Не всякое приледниковое (западинное) или ледниковое (термокарстовое) озерное новообразование при реализации прорывного сценария на них способно дать начало селевому процессу с далеко идущими последствиями – для этого внешние откосы плотинного массива (чаще всего рыхлой новейшей морены) должны иметь крутизну $30\text{--}35^\circ$; крутизна $\sim 20^\circ$ является недостаточной, а в интервале $20\text{--}30^\circ$ возможность лавинообразного нарастания условий перехода водного паводка в селевой могут быть реализованы лишь при определенных объемах водных масс ($\sim \geq 80\text{--}100$ тыс. м^3) и относительных высотах размываемой естественной подпруды ($\sim \geq 80\text{--}100$ м).

6. С изменениями состояния отступающих вслед за потеплением климата ледниках появляются условия быстрого истечения вод из внутриледниковых полостей (что произошло, например, на каровом леднике Коргашилитау Западный 03 августа 2007 г. с катастрофическими последствиями для приустьевого населённого пункта).

Количественные прогнозы энергетики селей России сдерживаются отсутствием достоверных, отвечающих масштабу «массива», параметрических данных и реальных характеристик прошедших событий.

Одним из важных параметров в формулах – уравнениях по расчету расходов – объемов селей, определяющих применение модели трансформации селевого потока при его движении до зоны разгрузки, а также оценку процессов воздействия являются (по Ю.Б. Виноградову) углы внутреннего трения пород, изначально вовлекаемых в селевой процесс, пород селевых русел, движущейся селевой массы – статический ($\varphi_{\text{ст}}$) и динамический ($\varphi_{\text{дин}}$). Количественные величины этих параметров немногочисленны, последние 20 лет их банк практически не пополнялся.

В 2007 г. институтом «Севкавгипроводхоз» выполнена серия определений $\varphi_{\text{ст}}$ и $\varphi_{\text{дин}}$ для раздельнозернистых пород, слагающих селевые конусы выноса боковых притоков р. Баксан (Кабардино-Балкария). Опуская методику выполнения этих работ (в натурных условиях), в таблице 1 приводим конечные результаты по объектам изучения (каждое определение с 2-3 повторами с параллельным анализом гранулометрического состава; вещественный состав крупных фракций – гранитоидный).

Таблица 1. Результаты измерений влажности и угла внутреннего трения селевой массы.

№ п/п	Объект (бассейн)	Влажность, %	φ _{ст.} , градусы	φ _{дин.} , градусы	φ _{ст.} / φ _{дин.}
1.	руч. Сагаевский	7,2–9,5	27–32	12–14	2,2
		22,5–24,0	9	5	1,8
2.	р. Губасанты-Су	5,6	24,5	19	1,3
		19,4	10	6,5	1,5
3.	руч. Безымянный у с. В. Баксан	4,7	31	20	1,6
		18,0	18	9	2,0
4.	руч. Б. Мукулан	6,8–10,0	32–39	13–21	2,0
		19,0–22,0	13–15	7–8,5	1,8
5.	руч. М. Мукулан	8,8–11,0	26–37	17–18	1,8
		21,0–32,4	11–12	3,5–7	2,2
6.	р. Тютю-Су	3,3	31	22	1,4
		18,9	9	4	2,2
7.	р. Камык-Су	13,0	32	20	1,6
		26,5	12	7	1,7
8.	р. Герхожан-Су	5,0–6,8	36,3–39	16–21	2,0
		18,4–22,0	11–15	4,5–27	2,0
9.	р. Булунгу-Су	12,1	39	27	2,0
		27,4	10	6	1,7
Среднее (в диапазоне влажности от естественной до полного водонасыщения)					1,8

При колебании $\varphi_{ст.}$ в пределах 18–30° и $\varphi_{дин.}$ от 4,5 до 9° соотношение статических и динамических углов внутреннего трения во всех влажностных диапазонах устойчиво и составляет величину $\sim 1,8$ (требуется, однако, проведение дальнейших полевых исследований на различных участках селевых трактов и в породах иного состава).

Научно-производственные публикации о селепроявлениях последних лет, особенно катастрофических, основываются на экспертных оценках параметров, как правило эмоциональных, иногда в разы отличающихся от фиксируемых инструментально или на основе анализа достоверных данных (цифра в 10 млн. м³ объема селевого выноса июльского события 2000 г. на р. Герхожан-Су, пятикратно в большую сторону, выше реальной, например).

Выявленные максимальные фактические параметры наиболее значимых селевых событий 1983 г. (р. Куллумкол-Су), 1999 и 2000 гг. (р. Герхожан-Су), 2002 г. (рр. Геналдон и Гижгит), опубликованы (Запорожченко, 1985, 2002, 2003, 2004).



Рис. 1. Неразмываемое русловое сечение в вершине конуса выноса селевого потока «Джилы-Су». Фото Э.В. Запорожченко, 13.08.2006 г.



Рис. 2. Валун весом ~ 30 тонн в глинистой обмозке, принесённый селом на территорию с. Булунгу. Фото К. Коринова, 06.08.2007 г.

Ниже, в таблицах 2 и 3, приводятся полученные (Руководство..., 1976) результаты определений максимального расхода последних по времени селевых потоков 2006 и 2007 гг. (рис. 1, 2), вышедших с катастрофическими последствиями из жестких (скальных) сечений русел на объекты жизнедеятельности: соответственно народный курорт

Джилы-Су (устье р. Бирджалы-Су) и с. Булунгу. В последнем случае стартовый расход в верховьях селеобразующего правобережного притока р. Булунгу-Су – р. Рахыт (ниже прорывного очага на леднике с абс. отметкой ~3650 м в ~0,9 км) достигал ~200 м³/с (полуинструментальная оценка), которым сразу же был сформирован селевой поток, дошедший к устью р. Рахыт (слияние с более мощным притоком – р. Кору, расстояние от очага – 5 км) расходом в 244 м³/с, а к вершине главного селевого конуса выноса р. Булунгу-Су увеличившийся до 302 м³/с (расстояние от очага ~7 км, инструментальные данные).

Таблица 2. Характеристика селевого потока 11.08.2006 г. по р. Бирджалы-Су.

№ поперечного профиля	ω , м ²	B, м	h, м	i	V, м/с	Q, м ³ /с
1.1	24,1	6,0				
1.2	23,0	7,0				
1.3	16,2	6,0				
Среднее	21,6	6,3	3,4	0,12		
Наносоводный поток	$V=4,5 h_{cp}^{0,67} i^{0,17}$				5,81	125

Таблица 3. Характеристика селевого потока 03.08.2007 г. по р. Булунгу-Су.

№ поперечного профиля	ω , м ²	B, м	h, м	i	V, м/с	Q, м ³ /с
2.1	68,5	17,0				
2.2	66,2	22,0				
2.3	50,5	18,0				
Среднее	61,7	19,0	3,25	0,16		
Грязекаменный поток	$V=3,75 h_{cp}^{0,50} i^{0,17}$				4,9	302

Общество пока не в состоянии «отменить» развитие селевых процессов или существенно уменьшить их силу, но оно обязано иметь в своем распоряжении прогноз на обозримое будущее, защитить подвергаемые селевому воздействию объекты, располагать работающей системой предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Надо учиться приспосабливаться к грядущим экологическим переменам (Лануа, 2007), в частности к нарастанию селевой опасности в условиях изменения (потепления) климата и соответствующей реакции на это высокогорья. А не успокаивать себя тем, что если у нас нет точного опережающего прогноза о времени и месте возникновения и развития селевого процесса, значит и нет оснований для паники. Для паники нет, а для беспокойства – есть!

Список литературы

- Запороженко Э.В. Необычный сель на р. Куллумкол-Су. – Метеорология и гидрология, № 12, 1985, с. 102–108.
- Запороженко Э.В. Сели бассейна реки Герхожан-Су: история проявления, условия формирования, энергетические характеристики. – Сборник научных трудов ОАО «Севкавгипроводхоз», вып. 15, Пятигорск, 2002, с. 80–148.
- Запороженко Э.В. Геналдонская гляциальная катастрофа 2000 года. – Мелиорация и водное хозяйство, №1, 2003, с. 2–6.
- Запороженко Э.В. Река Гижигит – источник паводковой и селевой опасности для сооружений Тырнаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК). – Вопросы повышения эффективности строительства, вып. 2. Нальчик, 2004, с. 159–169.
- Лануа П. Если растает полярный лёд. – ГЕО, №12, 2007, с. 112–114.
- Руководство по изучению селевых потоков. Ленинград: Гидрометеиздат, 1976, 144 с.
- Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. Алматы, 2007, 158 с.