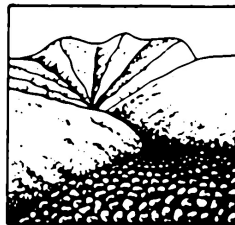


Труды Международной конференции

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: Sevkavgirovodkhoz 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: Geografgiz, 1951, p. 51).

ISBN 978-5-91266-010-8

© Селевая ассоциация
© Институт «Севкавгипроводхоз»

© Debris Flow Association
© Sevkavgirovodkhoz Institute



Определение максимальных расходов селевых потоков на реке Дуруджи

Г.В. Гавардашвили

Институт водного хозяйства, Тбилиси, Грузия

The specification of maximum discharge of debris flow on the Duruji River

G.V. Gavardashvili

Institute of Water Management, Tbilisi, Georgia

Учитывая накопленные за сто лет (1899–1999 гг.) статистические данные получены зависимости определяющие максимальный расход селевого потока разной обеспеченности и объема селевой массы, транспортируемой рекой Дуруджи. На основе теории надежности и риска установлена плотность функции распределения максимальных расходов селевого потока р. Дуруджи, соответствующая распределению Вейбула.

On the basis of a 100 year-series (1899–1999) of statistical data, we have established the dependences to determine the maximum discharge of a debris flow with different frequency and magnitude for the Duruji River. On the basis of the theory of reliability and risk, we have determined the density of function of debris flow maximum discharge which corresponds to the Weibull distribution.

1 Введение

В научной литературе (Гагошидзе, 1970; Мирцхулава, 1998; Gavardashvili, Chakhaia, 2002; Гавардашвили, 2003) описано много случаев катастрофических проявлений селей, которые наносят огромный вред городам и населенным пунктам стран СНГ, Европы, Латинской Америки и т. д. Особо известные наступления селей на города – Алма-Ата (Казахстан), Ереван (Армения), Бишкек (Киргизия), Онуха (Азербайджан), Сан-Франциско (США), Лима (Перу), Кобе (Япония) и т.д.

Громадный ущерб наносят селевые потоки и народному хозяйству Грузии, страдают от стихии города Кварели (р. Дуруджи), Телави (р. Телавис-Хеви); населенные пункты на Военно-Грузинской дороге, особенно в ущелье р. Белая Арагви, г. Степанцминда (бывший г. Казбеги), р. Куро, правый приток р. Терек; г. Душети (р. Душетис-Хеви); г. Лентехи (р. Ласканура, правый приток р. Цхенис-Цкали); г. Местия (р. Местия-Чала; поселок Цабланара и Тхилвана (р. Цабланара и р. Тхилвана, бассейн р. Схалта, правый приток р. Аджарис-Цкали) и т.д. (Гагошидзе, 1970; Натишвили и Тевзадзе, 1996; Гавардашвили, 2003).

За последние 100 лет (1899–1999 гг.) на р. Дуруджи появление довольно большого селевого расхода зафиксировано 40 раз (см. табл. 2), в том числе и катастрофического характера - в 1906 г. (зафиксирован расход $2000 \text{ м}^3/\text{с}$, число погибших людей достигло 150 человек, а вынос объема селевой массы более $1,5 \text{ млн. м}^3$), и 1947 г. – $1666,6 \text{ м}^3/\text{с}$ (Гагошидзе, 1970; Натишвили и Тевзадзе, 1996; Гавардашвили, 2003).

В данной работе особый акцент делается на полевые экспедиционные исследования, проведенные в 2000–2006 гг.

2 Определение максимальных расходов селевых потоков разной обеспеченности

С целью определения максимальных расходов селевых потоков разной обеспеченности, формирующихся на р. Дуруджи была использована научная литература (Гагошидзе, 1970; Мирцхулава, 1998; Gavardashvili, Chakhaia, 2002; Гавардашвили, 2003; Гавардашвили и др., 2003; Натишвили и Тевзадзе, 1996), а также восстановленный статистический ряд на основе данных предоставленных Метеорологической обсерваторией Грузии (см. табл. 2).

Суммарное значение относительных селевых расходов за последние 100 лет (1899 - 1999 гг.) составляет - $\sum_{i=1}^{46} Q_i / Q_{\max} = 7,856$ (количество точек статистического ряда $N = 40$). Среднее значение относительных величин селевого расхода равно:

$$(\overline{Q_i} / Q_{\max}) = \frac{\sum_{i=1}^{46} Q_i / Q_{\max}}{N} = \frac{7,856}{40} = 0,196. \quad (1)$$

Коэффициент вариации относительных величин селевого потока составляет:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(Q_i / Q_{\max}) - 1]^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{57,34}{39}} = 1,212. \quad (2)$$

Коэффициент асимметрии равен: $C_s = 2C_v = 2 \cdot 1,212 = 2,422$. Для оценки результатов полевых экспедиционных работ, касающихся максимальных расходов селевых потоков, использована эмпирическая зависимость, полученная автором, которая имеет следующий вид (Гавардашвили, 2003; Гавардашвили и др., 2003):

$$Q_{0,1\%} = 2.4(34 + 400i) \cdot F^{0,61} \quad (m^3 / c) \quad (3)$$

где $i = 0,222$ – средний уклон реки Дуруджи, $F = 80 \text{ км}^2$ – площадь водосборного бассейна реки Дуруджи.

Используя полученные величины расчета, установлен максимальный расход селевых потоков разных обеспеченностей, результаты приводятся в табл. 1.

Таблица 1. Максимальные расходы селевых потоков р. Дуруджи.

Повторяемость (n) раз в год	1000	100	33	20	10	4
Обеспеченность P (%)	0,1	1	3	5	10	25
Натурные данные	3094,89	1967,62	1421,06	1216,09	891,57	491,90
По зависимости (3)	4267,55	1778,14	1244,69	1066,88	889,07	533,44
Погрешность (%)	27,5	9,6	12,4	12,3	2,8	7,8

Теоретической кривой соответствует распределение Вейбула (Вентцель, 1962; Корн и Корн, 1984), зависимость имеет следующий вид:

$$f(Q_i / Q_{\max}) = 0,035(Q_i / Q_{\max})^{-0,82} \cdot \exp[-0,192(Q_i / Q_{\max})^{0,18}] \quad (4)$$

Надежность уравнения (4) устанавливается по следующей зависимости:

$$P(Q_i / Q_{\max}) = \int_0^1 0,035(Q_i / Q_{\max})^{-0,82} \cdot \exp[-0,192(Q_i / Q_{\max})^{0,18}] d(Q_i / Q_{\max}) \quad (5)$$

Таблица 2. Сходимость показателей объемов селевой массы (1899–1999 гг).

№№	Год прохождения катастрофического селя	Расход селевого потока Q_{\max} (м ³ /с)	Время прохождения селя Т (с)	Объем селевой массы W (м ³)		Погрешность в (%)
				Натурные данные	По зависимости (3)	
1	1899	434,8	1380	600 024	689 361	12,9
2	1906	2000,0	900	1 800 000	1 096 675	39,6
3	1947	1666,6	960	1 599936	1 058 926	33,8
4	1949	370,4	1620	600 048	782 448	23,3
5	1956	253,2	900	227 880	242 579	6,1
6	1957	199,2	960	191 232	224 600	14,8
7	1961	159,6	900	143 640	173 197	17,1
8	1961	210,0	660	138 600	132 055	4,7
9	1961	740,0	1560	1 154 400	1 224 423	5,7
10	1961	250,0	2160	540 000	909 388	40,6
11	1963	172,0	960	165 120	201 774	18,2
12	1963	132,0	420	55 440	47 341	14,6
13	1963	703,0	1740	1 223 220	1 392 487	12,2
14	1963	144,0	840	120 960	144 673	16,4
15	1963	73,0	420	30 660	30 722	0,2
16	1963	470,0	3300	1 551 000	2 745 691	43,5
17	1963	103,0	180	18 540	10 896	41,2
18	1963	1244,0	720	895 680	552 387	38,3
19	1963	443,0	1380	611 340	698 827	12,5
20	1963	288,0	300	86 400	50 172	41,9
21	1963	150,0	360	54 000	41 115	23,8
22	1963	262,0	720	188 640	177 167	6,1
23	1963	446,0	360	160 560	91 091	43,3
24	1963	205,0	900	184 500	207 926	11,3
25	1963	82,0	300	24 600	20 053	18,5
26	1963	62,0	1020	63 240	105 050	39,8
27	1973	200,6	900	180 540	204 658	11,8
28	1976	240,2	840	201 768	210 185	4,0
29	1977	167,6	720	120 672	127 863	5,6
30	1981	264,0	1200	316 800	387 263	18,2
31	1982	458,0	300	137 400	70 394	48,7
32	1983	229,0	720	164 880	160 585	2,6
33	1984	162,0	960	155 520	193 142	19,5
34	1986	282,0	720	203 040	186 942	7,9
35	1986	160,0	1500	240 750	377 177	36,2
36	1986	321,0	900	288 900	288 454	0,2
37	1990	114,0	1200	136 800	209 785	34,8
38	1992	330,2	1500	495 300	640 086	22,6
39	1997	221,1	1080	239 868	289 889	17,3
40	1999	333,3	1500	500 000	644 477	22,4

После решения уравнения (6) получим $P(Q_i/Q_{\max}) = 0,549$, а риск проведенных расчетов равен (Вентцель, 1962):

$$R = 1 - P(Q_i / Q_{\max}) = 1 - 0,549 = 0,461 . \quad (6)$$

Анализируя вышеизложенное становится ясным, что для прогнозирования максимальных расходов селя более надежными считаются величины полученные по зависимости (3) или значения, полученные по распределению Вейбула (4), см. табл. 2.

Полученные результаты сопоставлены также с результатами расчетов академика Ц.Е. Мирцхулава (1998). Сходимость сопоставленных расчетов удовлетворительна, зависимость (3) может быть рекомендована для расчета максимальных расходов селя разной обеспеченности.

3 Прогнозирование объема селевой массы, транспортируемой рекой Дуруджи

Для прогнозирования объема селевой массы, выносимой селевыми потоками, использованы как результаты полевых экспедиционных работ, проведенных в 2000–2005 гг., так и научная литература, опубликованная ранее. На основе вышесказанного разработан статистический ряд (40 точек) и получена эмпирическая зависимость для определения объема селевой массы (W), выносимой селевыми потоками:

$$W = 0,138 \cdot T^{1,52} \cdot Q_{\max}^{0,73} \quad (м^3) \quad (7)$$

где T - время прохождения селя ($с$), Q_{\max} - максимальный расход селя ($м^3/с$).

Границы существования уравнения (8):

$$\begin{cases} 180 \leq T \leq 2160, & (с) \\ 100 \leq Q_{\max} \leq 2000, & (м^3/с) \end{cases} \quad (8)$$

Используя уравнение (7), был рассчитан объем селевой массы, транспортируемой селевым потоком (W), результаты чего были сопоставлены с натурными данными, зафиксированными на р. Дуруджи. Сходимость вышеупомянутых величин приводится в табл. 2.

Таким образом, на основе полевых экспедиционных работ можно сделать следующие выводы: экологическое состояние в бассейне рек Белая и Черная Дуруджи - катастрофическое, необходимо срочно проводить фитомелиоративные, лесомелиоративные, инженерно - экологические и комплексные мероприятия.

Список литературы

- Гавардашвили Г.В. Прогнозирование эрозионно-селевых процессов в бассейне реки Дуруджи и новые инженерно-экологические мероприятия. Тбилиси: Мецниереба, 2003, 117 с. (на груз. яз.).
- Gavardashvili G.V., Chakhaia G.G. Evaluation of present ecological situation of the River Duruji drainage basin. – Bulletin of the Georgian Academy of Sciences. Tbilisi, vol. 166, No. 1, 2002, p. 174–177.
- Гавардашвили Г.В., Чахая Г.Г., Цулукидзе Л.Н. Оценка эрозионно-селевых явлений в бассейнах рек Терек, Белая Арагви и Дуруджи. – Защита народнохозяйственных объектов от селевых потоков. Материалы международной конференции. Новочеркасск-Пятигорск, 2003, с. 22–24.
- Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1970, 385 с.
- Мирицхулава Ц.Е. Оценка частоты появления селей катастрофического характера. – Гидротехническое строительство, № 5, 1998, с. 19–26.
- Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Гидравлические закономерности связанных селей. Тбилиси: Мецниереба, 1996, 154 с.
- Вентцель Е.С. Теория вероятностей. Москва: Наука, 1962, 546 с.
- Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. Москва: Наука, 1984, 831 с.