

Труды Международной конференции

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г.



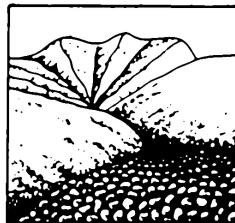
Ответственный редактор
С.С. Черноморец

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

Sevkavgiprovodkhoz 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



Исследование фитомелиоративных мероприятий в борьбе с эрозией почв, провоцирующего фактора селевых явлений

Г.Г. Чахая, Л.Н. Цулукидзе, И.В. Хубулава, Х.Л. Кикнадзе, Ф.Н. Лордкипанидзе, М.Р. Наврозашвили

Институт водного хозяйства, Тбилиси, Грузия

Research of phytomeliorative actions to prevent soil erosion, the provoking factor for the debris flow phenomena

G.G. Chakhaia, L.N. Tsulukidze, I.V. Khubulava, Kh.L. Kiknadze, F.N. Lordkipanidze, M.R. Navrozashvili

Institute of Water Management, Tbilisi, Georgia

В работе представлено исследование фитомелиоративных мероприятий в борьбе с эрозией почв, в частности на территории Грузии устроены два искусственных опытных участка с наклоном 15° и 20°, на которых высажены саженцы растения *Vetiveria zizanioides*. Оно отличается мощной корневой системой и большим количеством поросли. В течение года проводился мониторинг количества поросли и высоты растения, также определение температуры и интенсивности выпавших осадков. Проведенными полевыми исследованиями установлен объем твердого и жидкого стока с опытного и контрольного участков, что дало возможность установить влияние биологической стены растений на количество как жидкого так и твердого стока. Выяснилось, что на опытном участке покрытом растением объем жидкого стока на 3–22%, а твердого стока 37–20% меньше, чем на контрольном участке. В результате полевых исследований растения *Vetiveria zizanioides* в борьбе с эрозией почв для уточнения надежности веса полученного твердого стока, была использована известная зависимость академика Ц.Е. Мирцхулава. Разница между величинами, рассчитанными по этой зависимости и величинами, полученными в результате эксперимента колеблется в пределах 2–23%, что указывает на высокую надежность результатов проведенного эксперимента. Проведенные полевые исследования дают возможность использовать фитомелиоративные методы в борьбе против эрозионно-селевых явлений.

We present research of phytomeliorative actions which can be implemented against soil erosion in Georgia. We have arranged two test sites with surface inclination of 15° and 20°, and planted stocks of *Vetiveria zizanioides*. This plant has a powerful root system and a lot of young growth. Throughout the year we monitored the amount of young growth and the height of the plants, as well as air temperature and intensity of precipitation. Our research identified the volumes of solid and liquid run-off from test and control sites and thus enabled us to establish the influence of a 'biological wall' of plants on the run-off. We found that a plant-covered test site reduced the volume of liquid run-off by 3–22% and of solid run-off by 37–20%. To check the reliability of solid run-off estimates we used a well-known formula, developed by Academician Ts.E. Mirtskhoulava. Results obtained with this formula differed from experimental results by 2 to 235, which signify high reliability of experimental results. This field research enables us to use phytomeliorative methods against erosive-debris flows phenomena.

Большое значение придается современным апробированным методам борьбы с эрозией почв в регулировании твердого стока (эродированная масса) в селевых водотоках, что значительно сокращает аккумуляцию сравнительно мелкой фракции наносов в селевой массе и обуславливает ослабление селевых процессов.

Одной из предпосылок формирования селей является эрозия почв, в борьбе с которой во всем мире широко применяются фитомелиоративные методы. Особенно это оправдано на сравнительно труднодоступных склонах с большим уклоном, где почти невозможно использовать даже строительные конструкции легкого типа. Одним из таких растений, которое характеризуется мощной корневой системой и большой порослью является *Vetiveria zizanioides*, которое широко используется во многих странах мира (США, Израиль, Китай и во мн. др.), как в борьбе с эрозией почв так и для регулирования оползней малой мощности (Гавардашвили и др., 2005, Мирцхулава, 2003).

Исходя из вышеуказанного мы посчитали целесообразным на территории Грузии, в полевых условиях Западной Грузии, исследовать влияние указанного растения на эрозионные процессы на опытных участках разного уклона, для чего в с. Кахати Зугдидского района для исследований искусственно были созданы исследуемые участки южной экспозиции с наклоном 15° – 20° (см. рис. 1), с которых были взяты пробы грунта и в почвенно-мелиоративной лаборатории Института водного хозяйства Грузии были проведены анализы. В результате исследований было установлено, что грунты в исследуемом регионе относятся к подзолисто-глеевым глинам и характеризуются тяжелым механическим составом (глина средняя $<0,01\text{мм}$ – 67,4%), содержание гумуса – 3,16%, общий азот 0,18%, подвижный фосфор – 1,1%, pH – 6,1.

Для осуществления вышеупомянутых исследований указанные участки, были разделены водоразделом на два одинаковых (симметричных) опытных и контрольных участка (см. рис. 2). На опытном участке по полосно-шахматному принципу были высажены саженцы растения *Vetiveria zizanioides*, где расстояние между полосами 0,5 м, а расстояние между растениями 0,1 м.



Рис. 1. Общий вид искусственно созданного исследуемого участка

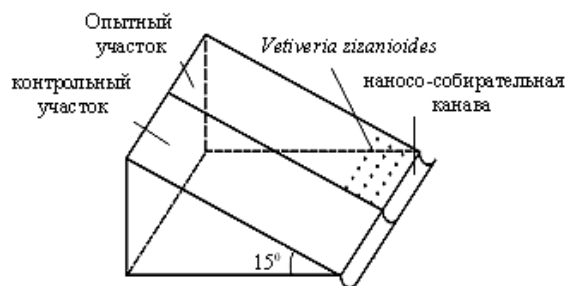


Рис. 2. Схема исследуемого участка эрозии

На исследуемом участке была устроена наносо-собирающая канава, в которой происходило накопление твердого стока. Принцип работы указанного устройства состоит в следующем: прием наносов с контрольного и опытного участков осуществляется в наносоприемном устройстве, где откладывается (седиментация) твердый сток, затем определяется то количество воды (жидкий сток), которое собирается в наносо-собирающей канаве. В наносо-собирающей канаве отдельно отложенный твердый сток собирается, высушивается, взвешивается и результаты сравниваются на исследуемых участках I-II. Полученный результат – эффективность растения в борьбе с эрозией почв.

На отмеченном опытном участке по месяцам измерялось увеличение высоты растений и устанавливалось количество поросли. В указанных месяцах в селе Кахати фиксировались метеорологические данные, которые приведены в таблице 1. Полученные результаты исследований по месяцам приведены в таблице 2.

Таблица 1. Среднемесячные значения температуры и осадков (2005 г.).

месяц	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
температура $T^{\circ}\text{C}$	18.2	19.3	24.6	24.5	20.6	14.3	11.0	11.3
осадки (мм)	164	315.5	104	322.8	71.2	299.3	193.7	6.8

Таблица 2. Значения жидкого и твердого стока, полученные в результате полевых исследований.

№	дата	Интенсивность осадков	I участок (i=20°)				II участок (i=15°)			
			Жидкий сток (л)		Твердый сток (кг)		Жидкий сток (л)		Твердый сток (кг)	
			Опытный участок	Контрольный участок	Опытный участок	Контрольный участок	Опытный участок	Контрольный участок	Опытный участок	Контрольный участок
1	29.07.05	0,21	12,25	13,0	0,06	0,15	9,0	10,0	0,05	0,1
2	2.08.05	0,28	15,0	15,75	0,20	0,35	11,5	13,5	0,06	0,1
3	8.08.05	1,67	45,0	50,0	20,0	32,0	42,0	45,0	6,0	17,0
4	9.08.05	1,07	28,0	30,0	0,32	0,9	16,0	17,0	0,22	0,6
5	12.08.05	1,36	32,0	41,0	3,0	7,0	31,0	39,0	0,6	3,9
6	22.08.05	1,85	70,0	80,0	41,0	65,0	58,0	67,0	11,0	32,0
7	26.08.05	1,09	42,0	44,0	0,5	2,0	37,0	38,0	0,3	1,0
8	14.09.05	1,35	28,0	30,0	1,0	7,0	27,0	28,0	0,5	3,5
9	9.10.05	1,18	39,0	40,0	0,5	2,5	37,0	39,0	0,2	2,0
10	30.10.05	1,48	40,0	41,0	0,2	0,9	37,0	38,0	0,1	0,7
11	8.11.05	0,78	39,0	40,0	0,1	0,5	37,0	38,0	0,08	0,4
12	12.11.05	1,05	40,0	41,0	0,31	0,72	37,0	38,0	0,21	0,54
13	24.11.05	1,00	40,0	41,0	0,3	0,7	39,0	40,0	0,2	0,5
14	17.12.05	1,01	39,0	40,0	0,2	0,7	37,0	38,0	0,1	0,5
15	25.12.05	0,66	30,0	31,0	0,1	0,3	28,0	29,0	0,05	0,2

Из приведенных в таблице 2 величин, на I-II участках ясно видно влияние растения *Vetiveria zizanioides* на количество как жидкого, так и твердого стока. В частности, с I опытного участка (покрытого растением) объем формирующегося жидкого стока на 3-22 % меньше чем с контрольного участка (голого), а формирующийся твердый сток с опытного участка на 37-86 % меньше, чем с контрольного.

Формирующийся жидкий сток II опытного участка на 3-21 % меньше, чем с контрольного.

Из данных, полученных в результате полевых исследований видно, что при одних и тех же метеорологических условиях с увеличением наклона склона в 1,33 раза (с 15° до 20°) объем твердой массы, удержанной растением *Vetiveria zizanioides*, увеличивается на 15-73 %. Здесь же следует отметить, что увеличением наклона склона в 1,33 раза объем снесенной твердой массы с контрольных участков увеличивается на 20-73 %.

Исходя из всего вышеуказанного мы можем заключить, в Грузии указанное растение является эффективным фитомелиоративным средством в борьбе с эрозией почв, использование которого возможно для регулирования существующих эрозионно-селевых процессов в селеносных водотоках, где его потенциал вегетации достигает максимальных значений.

Для оценки надежности проведенных полевых исследований была использована известная зависимость академика Ц.Е. Мирцхулава (1970):

$$q = 11.10^{-3} \gamma \omega d \left[\frac{308(\sigma n_0)^{0.6} i^{0.7} m_1^{1.4} J^{0.6} X_2^{1.6}}{V_{\text{доп}}^2} + \frac{13.10^{-6} V_{\text{доп}}^{3.32}}{(\sigma n_0) i^{1.16} m_1^{2.32} J} - X_2 \right] \frac{T}{X_2} (m/za), \quad (1)$$

Где γ – объемный вес почво-грунта т/м³;

d – средний диаметр оторванного агрегата (м);

ω – средняя частота пульсационной скорости (1/с);

J – средняя интенсивность дождя (м/с);

T – продолжительность непрерывных осадков, во время которых слой осадков превращается в инфильтрационный слой (с);

σ – коэффициент стока;

n_0 – коэффициент гидравлического сопротивления (коэффициент Маннинга);

i – средний уклон склона;
 X_2 – расстояние между водоразделом и эрозионной частью склона (м);
 m_1 – коэффициент, который предусматривает характер отклонения движения поверхностного стока от принятого в схеме равномерного движения;
 $V_{\text{доп.}}$ – неразмываемая допускаемая донная скорость почвы с учетом влажности региона будет равна:

$$V_{\text{доп.}} = 0.9 \cdot V_{\Delta\text{доп.}} \quad (\text{м/с}) \quad (2)$$

где $V_{\Delta\text{доп.}}$ – допускаемая (неразмываемая) донная скорость водного потока, которая вычисляется по следующей формуле:

$$V_{\Delta\text{доп.}} = 1.25 \sqrt{\frac{2m}{0.44 \rho_0 n} [(\rho_{\text{гр.}} - \rho_{\text{вод.}})gd + 2C K_2]} \quad (\text{м/с}) \quad (3)$$

Рассчитанные по зависимости (1) и полученные в результате проведенного нами эксперимента величины приведены в таблице 3.

Таблица 3. Величины, полученные в результате эксперимента и расчета по формуле (1).

№	Дата	Осадки		I участок (контр.)		Погрешность в (%)	II участок (контр.)		Погрешность в (%)
		Количество (мм)	Интенсивность (мм/мин)	Твердый сток (кг)	По формуле (1) (кг)		Твердый сток (кг)	По формуле (1) (кг)	
1	30.10.05	66,5	1,48	0,9	1,15	22	0,7	0,85	17
2	08.11.05	27,3	0,78	0,5	0,59	15	0,4	0,41	2
3	12.11.05	41,9	1,05	0,72	0,82	12	0,54	0,61	11
4	24.11.05	40,0	1,00	0,7	0,81	14	0,5	0,57	12
5	17.12.05	38,4	1,01	0,7	0,74	5	0,5	0,53	6
6	25.12.05	16,6	0,66	0,3	0,36	16	0,2	0,26	23

Разница между величинами, полученными в результате приведенного эксперимента и рассчитанными по формуле (1) колеблется в пределах 2–25 %, что указывает на высокую надежность результатов проведенного эксперимента.

Список литературы

- Гавардашвили Г.В., Чахая Г.Г., Баламцарашвили В. Исследование противоэрозионного растения "Ветивери". – Наука и Технологии. Тбилиси, № 9-11, 2005, с. 109–112.
 Мирцхулава Ц. Е. Инженерные методы расчёта и прогноза водной эрозии. Москва: Колос, 1970, 240 с.
 Мирцхулава Ц. Е. О перспективном методе охраны почв от эрозии в странах Южного Кавказа с помощью ветиверовых тонких полос. – Известия аграрной науки. Тбилиси, №2, 2003, с. 18–21.