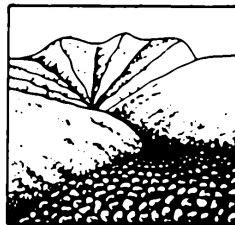


Труды Международной конференции

# **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



## Селевой риск: теоретические основы и практическая значимость

Е.А. Таланов

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

## Debris flow risk: theoretical basis and practical significance

E.A. Talanov

*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Эрозионные процессы и селевые явления могут наносить ощутимый социальный, экологический ущерб, поэтому районирование по степени риска служит информационной основой для управления природопользованием. Обоснована необходимость создания единой шкалы по степени разрушительной силы эрозионных и селевых процессов, обуславливающей возможные нарушения природных, хозяйственных и экологических объектов. Мерой измерения деградации окружающей среды под воздействием хозяйственной деятельности являются эколого-экономические риски потерь в геоэкосистемах, позволяющие определить уровень потенциала эрозионно-опасной и селеопасной территории, степень их устойчивости и допустимые характеристики риска, ценность природно-ресурсного комплекса и меры по эффективному природопользованию. Нами установлены типичные размеры эрозионных процессов (площадь 50 км<sup>2</sup>, продолжительность 6 часов) для физико-географических условий Юго-Восточного Казахстана. Выявлена зависимость разрушительной силы селей от объема перемещаемого грунта и проективного покрытия растительности. Выявлены взаимосвязи между социально-экономическими и экологическими показателями, обоснована их достоверность. Составлена карта эколого-экономического риска под воздействием эрозионных процессов и селей для территории Алматинской области (масштаб 1:2500000). Приемлемый риск для геоэкосистем составляет  $2,0 \times 10^{-6}$ – $5,0 \times 10^{-6}$ , соответственно, при антропогенных и благоприятных условиях. Затраты на поддержание устойчивости геоэкосистем возрастают с увеличением риска, достигая предельной стоимости природного капитала (ПК, ориентировочно, составляет 66000 долларов США на душу населения). В Алматинской области потенциальный средневзвешенный ущерб от водной эрозии и селей составляет 270 тыс. долларов США в год (по состоянию 2005 г.).

Erosive processes and debris flow phenomena can produce social and ecological impacts, therefore zoning on the basis of risk level can provide information for environmental management. We substantiate the importance of a uniform scale by level of destructive erosional or debris-flow forces which can cause possible infringements on natural, economic and ecological objects. We propose using ecologo-economic risks of losses in geo-ecosystems to measure environmental degradation under the influence of economic activity. This enables the definition of the erosion and debris flow potential of hazardous territories, the degree of their stability and allowable values of risk, environmental value of a territory, and measures of efficient nature management. We identify typical dimensions and size of erosion processes (50 km<sup>2</sup> in area, 6 hours in duration) for physiographic conditions of South-East Kazakhstan. The dependencies of the destructive debris flows on the volume of the movable soil and the vegetation canopy cover have been defined. Interrelations between social, economic and ecological parameters have been revealed, and their reliability assessed. We have compiled a map of ecologo-economic risks under the influence of erosion processes and debris flows for the Almatinskaya region (scale 1:2500000). The acceptable risk for geo-ecosystems ranges between  $2.0 \times 10^{-6}$

and  $5.0 \times 10^{-6}$ , for anthropogenic and favourable conditions accordingly. The expense of maintaining geo-ecosystem stability increases as the risk rises, and it reaches the maximum cost of the natural capital (ca. US\$66,000 per capita). In the Almatinskaya region the potential average damage from water erosion and debris flows reaches US\$270,000 per annum (as of 2005).

Селеопасность существует лишь постольку, поскольку человек стремится использовать земли, подверженные воздействию селевых потоков. Селевые потоки вписали многие мрачные страницы в историю борьбы человека с природой. Гибель людей, частично или полностью уничтоженные населенные пункты, разрушенные мосты и дороги, занесенные поля и сады, расходы на ликвидацию последствий вредного воздействия селей и на селезащиту – вот та цена, которую платит человечество за недосмотр, неумение, опрометчивость, за пренебрежение к селевым потокам. Игнорирование или недооценка хозяйственного риска при разработке тактики и стратегии экономической политики, принятии конкретных решений неизбежно сдерживает развитие общества, научно-технического прогресса.

К общим, определяющим понятие и проявления риска, относятся следующие свойства: риск является многомерной характеристикой будущих состояний окружающей среды; риск связан со случайными явлениями и процессами; проявление риска – условное событие.

*Идентификация источника селевой опасности включает:*

- определение характеристик источника опасности в селевом бассейне (генезис селевых явлений, селевой режим, механизм зарождения и движения селей, аккумуляция селевых выносов);
- определение зон потенциального воздействия селей в бассейнах;
- составление сценариев селевого режима и прогнозирование селевой активности.

*Идентификация объектов в зоне воздействия селевых явлений:*

- выявление реципиентов социосферы, техносферы, экосферы;
- определение характеристик реципиентов (устойчивость, значимость);
- оценка степени защищенности или уязвимости конкретных объектов к воздействию селей.

**Селевая опасность** – источник потенциального ущерба либо вреда или ситуация при формировании селевого потока с возможностью нанесения ущерба, а **селевой риск** – это сочетание частоты или вероятности формирования селя с определенными характеристиками и последствий от этого опасного события.

В селевых бассейнах могут одновременно формироваться сели различного типа и эрозийные процессы. Селевые явления имеют различные характеристики (плотность, объем и расход селя). Смыв почвы и воздействие селевых явлений могут считаться одинаковыми по масштабу разрушений, если приведут к одинаковым по степени потерь последствиям в одном и том же по подготовленности бассейне. Величина  $\lg E^*$  (десятичный логарифм отношения коэффициентов материальных и людских потерь за год в районе катастрофы при ее наличии и отсутствии) характеризует степень потерь по сравнению с нормальными условиями. Показатель разрушительной силы природной катастрофы ( $J_c = \lg E^* / \lg E_m$ ) характеризует, какую долю (от максимально возможной величины  $\lg E_m$  в течение года) ее разрушительная сила имеет в зоне действия. Для обычных условий, когда статистический учет потерь относится к годовому периоду отчетности, значение  $J_c$  изменяется от нуля до единицы. Если предположить, что ощутимые нарушения функционирования объектов начинаются только тогда, когда явление достигнет 6 баллов, то при 10 баллах уже будет практически полное их разрушение. Аппроксимирующая формула для перевода балла разрушительной силы ( $I_b$ ) в показатель поражающей способности селей ( $J_c$ ) имеет вид ( $r = 0,95 \pm 0,02$ ) (Таланов, 2007):

$$J_c = 0,12 (I_b) - 0,2. \quad (1)$$

Допустим, что без принятия мер гражданской обороны при природных катастрофах потери людей находятся на том же уровне, что и материальные потери. Тогда коэффициент поражения ( $E^*$ ), который зависит от характера и силы воздействия опасного

явления природы (селевых потоков) на объекты, можно представить в виде  $\lg E^* = 8J_c$  при определении индекса потенциальных потерь  $IS_c$ . Величина указанного индекса определяется по формуле:

$$IS_c = \lg(S/S_0) + \lg(\tau/\tau_0) + 8 J_c, \quad (2)$$

где  $S$  – площадь распространения селевого потока;

$\tau$  – продолжительность катастрофы.

Используя каталожные данные о селевых бассейнах и очагах горных районов Казахстана, нами установлены характерные масштабы селевых явлений ( $S_0 = 50 \text{ км}^2$ ,  $\tau_0 = 6 \text{ часов} = 6,849 \cdot 10^{-4} \text{ год}$ ) (Таланов, 2007).

Риск связан с деятельностью в условиях, с одной стороны, реально существующей неопределенности, а с другой – выбора заинтересованным индивидуумом определенных альтернатив и расчетом вероятности их результата, а значит, он представляет собой диалектическое единство объективного и субъективного. Вопрос состоит не в уклонении от рисков, а в их оптимизации по отношению к тем задачам, которые ставит перед собой человек или организация.

Набор сочетаний экологических объектов с различным качеством среды обитания носит случайный характер  $P(q, \gamma)$ , как во времени, так и в пространстве (Таланов, 2007). Этот показатель представляет собой характеристику ситуации, чреватой возникновением ущерба или другой формы реализации риска (подверженность риску).

Величина эколого-экономического риска при воздействии селей на геосистемы определяется по выражению (Таланов, 2007):

$$R = \sum_{i=1}^n \left( P P_0 P(q/\gamma) P(IS) \right)_i Y_i, \quad (3)$$

где  $P$  – вероятность выпадения атмосферных осадков, формирующих поверхностный сток воды (расход воды с вероятностью превышения менее 10 %) и эрозию;

$P_0$  – вероятность неблагоприятных метеорологических условий (дожди несколько дней подряд), способствующих возникновению опасного природного явления;

$P(q/\gamma)$  – условная вероятность сложившейся ситуации для экологических объектов ( $q$ ) с учетом качества окружающей среды ( $\gamma$ );

$P(IS)$  – вероятность потенциальных потерь в зависимости от социальных условий, масштаба воздействия и разрушительной силы селевых (эрозионных) процессов в районе;

$Y_i$  – потери (ущерб) в стоимостном выражении в зависимости от степени воздействия селей (эрозии) на экологические объекты.

Индекс приведенных потерь (фактических) включает в себя географическую составляющую индекса возможных потерь ( $IS_g$ ), связанных с экономическими и демографическими особенностями района, и индекс потенциальных потерь ( $IS_c$ ) (Таланов, 2007):

$$IS = IS_g + IS_c. \quad (4)$$

Значение индекса потенциальных потерь можно считать величиной случайной, подчиняющейся нормальному закону распределения.

Определена взаимосвязь показателей  $\lg Y$  ( $Y$  – сумма прямых и косвенных затрат, обеспечивающая безопасную эксплуатацию объекта при благоприятных условиях) и  $r = -\lg R$  (Таланов, 2007). Для Алматинской области (рис. 1) фактическая экономическая ценность объектов при воздействии селей (линия – 3) значительно ниже, чем аналогичная с учетом экологического фактора при нормальных условиях (линия – 5) и в предельно антропогенной среде (линия – 6). Фактическая стоимость геосистемы соответствует степени ее деградации, которая близка при условии сильной разрушительной силы опасного явления природы (пунктир – 4). В настоящее время общество готово платить компенсацию (линия – 2) для поддержания безопасного состояния геосистем (экологическая норма риска в зоне  $a-b$ ), но этой платы (в среднем 385 долл. США

относительно минимального расчетного показателя) достаточно с учетом экологического фактора лишь при уровне безопасности системы более  $0,999995$  (риск менее  $5 \cdot 10^{-6}$ ). Затраты на поддержание устойчивости геосистем возрастают с увеличением риска (зоны риска *b-c* и кризиса *c-d*), достигая предельной стоимости природного капитала (линия – 1).

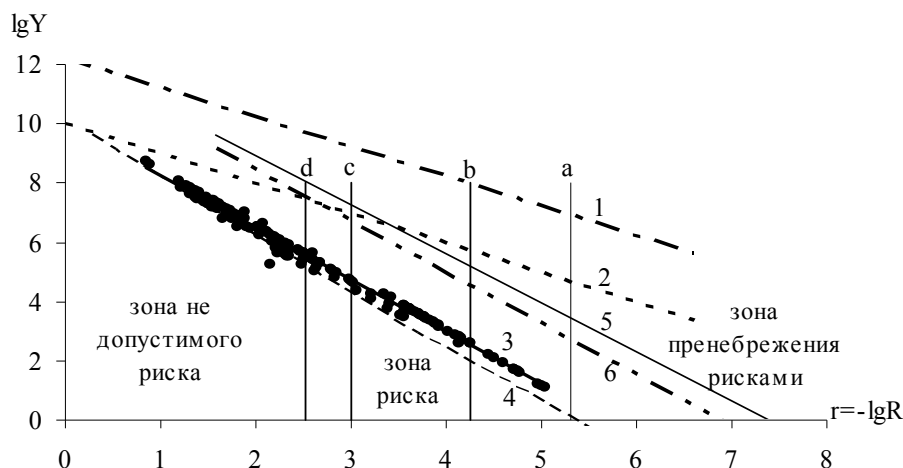


Рис. 1. Взаимосвязь показателей природного, социально-экономического капитала ( $\lg Y$ ) и безопасности геосистем ( $r$ ) для Алматинской области.

Составлена мелкомасштабная карта территориального распределения эколого-экономического риска под воздействием эрозионных процессов и селей для Алматинской области (площадь 224 тыс. км<sup>2</sup>).

**Практическая ценность и значимость** полученных результатов заключаются в возможности разработки научно обоснованных рекомендаций по оценке эколого-экономического риска и мероприятий по улучшению экологической ситуации. Полученные результаты позволяют:

- оценить опасность возникновения стихийных бедствий в регионе за счет выпадения ливневых осадков, формирования экстремального поверхностного стока воды и эрозионного смыва почво-грунтов при условии изменения состояния ландшафтов в результате хозяйственной деятельности человека;
- учесть средние потери (ущерб) за счет смыва почво-грунтов для различных ландшафтов;
- установить величину эколого-экономического риска и приведенных потерь на участках различной степени освоенности;
- определить потребность в инженерных мероприятиях по оздоровлению окружающей среды для конкретно сложившейся экологической ситуации;
- установить тенденцию развития экологической ситуации и стратегию реализации защитных мероприятий по уровню категории сложности;
- разрабатывать систему управления риском для селеопасных и эрозионно-опасных территорий.

#### Список литературы

Таланов Е.А. Региональная оценка эколого-экономического риска от водной эрозии и селей. Алматы, 2007, 352 с.