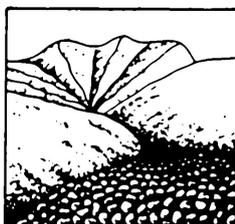


Труды Международной конференции

# **СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита**

---

Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г.



Ответственный редактор  
С.С. Черноморец

---

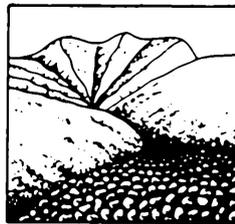
Институт «Севкавгипроводхоз»  
Пятигорск 2008

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



## **Прогноз уязвимости состояния объектов от селевых воздействий и перспективные направления исследований**

**Ц.Е. Мирцхулава**

*Институт водного хозяйства, Тбилиси, Грузия*

## **Forecast of vulnerability of objects to debris flow impact and perspective directions of research**

**T.Ye. Mirtskhulava**

*Institute of Water Management, Tbilisi, Georgia*

Одной из ведущих проблем, которые приходится решать на практике, по-прежнему является проблема селей, не редко перерастающие в экологические кризисы. Успех практикующих специалистов основан на постоянном развитии методологии менеджмента рисков.

The problem of adjusting to the debris flow hazard, which could often lead to ecological crises, remains one of the leading problems to be solved in the geotechnical field. The success of practicing specialists is based on a continuous perfection of the methodology of risk management.

Селевой поток является наиболее разрушительным видом неурегулированного стока с бассейнов горных рек. Появление селя наблюдаются почти во всех горных регионах бывшего Советского Союза: на Северном Кавказе (в Краснодарском и Ставропольском краях, в Кабардино-Балкарии, в Северо-Осетинской, в Чечено-Ингушской и в Дагестанской автономных республиках), в некоторых районах Урала и Восточной Сибири (в Приангарье, Прибайкалье, Забайкалье – Российская Федерация); в Украине (в Крыму и Карпатах); в Закавказье (в Грузии, Азербайджане, Армении); в Средней Азии (в Туркмении, Казахстане), а также во Франции, Италии, Австрии, Швейцарии, Югославии, Болгарии, США, Индии, Китае, Японии, Австралии и др. (Великанов, 1945; Гагошидзе, 1970; Гагошидзе и др., 1967; Инструкция..., 1981; Мирцхулава, 1988, 1997, 2007; Натишвили, 1968; Натишвили и Тевзадзе, 2001; Mirtskhoulava, 1992; Natishvili, Dzlierishvili, 1997).

Селевые потоки, уже с первых же дней цивилизации беспокоят подавляющее большинство горных и предгорных стран мира, и наносят нередко непоправимый экономический урон, что особенно тревожно – имеются человеческие жертвы. Горные и предгорные районы бывшего Советского Союза (примерно 20-25% территории) находятся в зоне разрушительного действия селевых потоков. Сток в бассейнах горных рек формируется за счет таяния снега, ледников, родникового питания и дождей; к этим источникам питания горного стока в селевых бассейнах добавляется время от времени сток селевой массы с селевых очагов в виде грязекаменных потоков (Гагошидзе, 1970; Гагошидзе и др., 1968).

Отличительной особенностью селевых бассейнов от неселевых является, как известно, в основном, преобладание в селевых бассейнах не прочных горных пород, которые богаты алюмосиликатами и глинистыми минералами. Эта особенность и обуславливает как более интенсивное протекание разрушительных эрозионных процессов, так и создание из продуктов разрушения горных пород в селевых очагах грязекаменной массы, которая в виде грязекаменного (селевого) потока, устремляясь вниз по руслу горного водотока.

Эта проблема на протяжении нескольких десятилетий была и остается актуальной, поскольку в условиях современности огромные средства тратятся на охрану окру-

жающей среды. По этой проблеме опубликованы за последнее десятилетие работы, за исключением относящиеся к гидравлике, вернее гидромеханике селевых потоков, выполняемых за последние годы успешно, на уровне последних достижений науки О.Г. Натишвили, В.И. Тевзадзе, Г.В. Гавардашвили, Ю.Б. Виноградовым, Г.М. Беручашвили. Особого упоминания заслуживают усилившие изучение селевых потоков исследователи из лаборатории известного специалиста русловых процессов Р.С. Чалова (Великанов, 1945; Гагошидзе, 1970; Гагошидзе и др., 1967; Инструкция..., 1981; Мирцхулава, 1988, 1997, 2007; Натишвили, 1968; Натишвили и Тевзадзе, 2001; Mirtskhoulava, 1992; Natishvili, Dzierishvili, 1997).

Содержание части из этих исследований сводится, в основном, к феноменологическому описанию селевых потоков и мало что добавляют к описаниям, освещенных в пионерных работах, доктора технических наук, профессора Михаила Сергеевича Гагошидзе, являющегося одним из главных основателей изучения этого явления.

Сформированная несколько десятилетий назад советская школа по изучению селевых явлений, базирующихся на основополагающих полевых, лабораторных и теоретических исследованиях М.С. Гагошидзе, О.Г. Натишвили, В.И. Тевзадзе, Ю.Б. Виноградова, Р.С.Чалова, С.М. Флейшмана, А.И. Шеко, С.С. Черноморца, И.Г. Курашвили, Г.В. Гавардашвили, Г.М. Беручашвили и др. Очень велика и значима роль М.С. Гагошидзе в формировании и развитии учения о селях.

Наука в долгу перед населением, что они находятся под угрозой селевых потоков. Для разработки мер защиты от селевого, разрушающего воздействия важно заблаговременно оценить вероятность появления и безопасность мер защиты от опасного состояния. В докладе будет приведено выражение для оценки безопасности основанное на решении уравнений Ито и Фоккера–Планка–Колмогорова.

Как при решении многих аналогичных задач, полезным следует считать применение вероятностного подхода.

Полезным представляется отметить, что при решении поставленной задачи модель, в которой использованы приближенные оценки численных параметров и учтены лишь самые главные входные и выходные параметры, может при анализе рассматриваемого явления лучше удовлетворять требованиям практики, чем элегантные, но неадекватные решения. Предложенные ранее автором модели для решения аналогичных задач на основе теории выбросов случайных процессов (Мирцхулава, 1988, 1997) позволили сделать шаг приближения к реальным условиям.

Наиболее подходящими и эффективными для приближенного решения поставленной задачи следует считать примененный автором методы непрерывных марковских процессов, в частности применение стохастических кинетических уравнений, используемых в физике для изучения диффузионных процессов.

Надо полагать, что предложенный подход позволит для практики достаточно реально описать риск наступления уязвимого состояния при воздействии селевых потоков. Методика, конечно, будет способствовать познанию закономерностей и механизмов уязвимости отдельных объектов, участков территорий. Приведенные выражения дадут возможность вычислить надежность уязвимых объектов в заданное время и по этим данным наметить стратегию снижения катастроф и мер защиты.

Поскольку при выводе расчетных выражений ограничения не применялись, подход можно использовать для прогноза катастрофических паводков и оголения трубопроводов при пересечении ими рек и водоводов, а также при оценке наступления уязвимого состояния при оползнях, подтоплении, затоплении, абразии и т.д., по которым имеются данные наблюдений, дающие возможность определять скорость изменения определяющего параметра (коэффициент сноса).

По мере расширения урбанизации роль, отводимая проблеме охраны окружающей среды от стихийных явлений, будет возрастать. Среди этих стихийных проявлений одно из ведущих мест по внезапности возникновения и по величине ущерба занимают селевые потоки. В процессе таких исследований вырабатывается общая методология, основанная на уравнениях гидромеханики с привлечением достижений механики грунтов (Баренблатт и Ишлинский, 1962).

Для наиболее целесообразного осуществления мер защиты от селевых потоков потребуется дальнейшее расширение научно-исследовательских работ, включающих изучение с помощью мониторинга или другими прямыми или косвенными методами

различных вмешательств (внешнего воздействия на природную среду); установление степени изменения природных систем; накопление банка данных о видах отказов, о влиянии различных факторов окружающей среды и человеческих ошибок; выявление главных компонентов, вызывающих нарушение равновесия, и закономерности их изменения и характер взаимодействия отдельных факторов; разработка аналитических уравнений, описывающих изучаемые процессы с необходимой полнотой; разработка процедуры сопоставления расчетных данных с данными наблюдений, с учетом проверки посылок и допущений; разработка практических рекомендаций по улучшению экологического состояния в разных зонально-режимных условиях; разработка экологического нормирования допустимых параметров.

Главным стратегическим направлением на будущие 20–30 лет, предлагается считать, в основном те мероприятия, по которым придется платить меньше, чем за свое выживание. Важным стратегическим направлением следует считать меры по раннему распознаванию наступления селевых потоков на территории, широкое осуществление противоэрозионных работ, мероприятий по противоэрозионной фитомелиорации, предотвращающих возникновение стихии. Назрела необходимость организации региональных служб прогнозов опасных стихийных процессов, с использованием данных космических исследований, с разработкой конкретных сценариев для регионов, а также усовершенствованных метрологических возможностей, объектов и местных научных центров. Мера по оптимизации запаса, при создании противоселевых сооружений принимать меры по росту «Культуры безопасности», которая обеспечивается в рамках системного подхода к управлению качеством, самым широким понятием этого слова без применения репрессивных методов. Методом качественного и количественного анализа надежности персонала, так и методов менеджмента качества.

Учитывая первостепенную важность проблемы охраны населения и ценных территорий от вредного воздействия селей, в селеопасных территориях важно создать специальные программы, включающие решения определенных задач:

Сложность проблемы приводит к необходимости подготовки перспективной программы фундаментального изучения селевых явлений этих грозных стихийных, до сих пор необузданных проявлений. При создании перспективной программы работ по этой стихии необходимо исходить из следующих основных принципов:

- преемственность с работами, проводимыми ранее во всем мире;
- перспективность программы;
- законченность решения отдельных задач;
- комплексное использование теоретических исследований и практического опыта;
- учет географических, гидрологических, климатических условий эрозионных бассейнов;
- разработка мер по продлению срока эксплуатации, мер охраны и противоселевых сооружений;
- системность;
- ряд нерешенных задач по гидромеханике селей;
- автоматизация работ по наблюдениям.

В результате реализации намеченной программы предусматривается создание комплексов нормативно-технической документации по следующим направлениям:

1. Описание селевых потоков – методы выбора необходимой и достаточной номенклатуры показателей селея.
2. Прогнозирование характеристик селевых потоков с использованием оптимальной фильтрации определяющего параметра.
3. Изучение экологически безопасных аспектов, селевых бассейнов.
4. Методы расчета динамики селевых потоков, селевых сооружений.
5. Методы оптимизации уровня надежности – оптимизации ресурса, срока службы, надежности составных частей, количества резервных элементов селевых сооружений.
6. Сбор и обработка информации по надежности сооружений, организационные вопросы, методы планирования наблюдений, методы оценки показателей надежности противоселевых сооружений по результатам эксплуатационных наблюдений.

В ближайшее время, необходимо осуществить исследования по отмеченным направлениям наук и другим нерешенным задачам по селевым проблемам.

Создание системы усовершенствованных методов прогноза и улучшения конструкций противоселевых сооружений; организация контактов и обмена, разработками мер по защите от стихийных действий, в первую очередь с США, Японией, Францией, Германией, а также международными организациями; организация выпуска технической и популярной литературы.

Одним из важных путей ускоренного решения поставленных при воздействии стихии задач представляется, наряду с перечисленными, организация в отдельных крупных регионах стран, при наличии угроз стихии, научно-информационных центров по выживаемости и уязвимости экосистем. Здесь перечислены отнюдь не все научные направления водно-экологических исследований. Ускоренное внедрение предложенных приемов, также связано с двумя важнейшими проблемами: усовершенствованием контрольно-измерительной аппаратуры для наблюдения за экосистемами и их элементами и развитием программного обеспечения. Эти вопросы должны быть в центре внимания исследователей и производителей, заинтересованных в выживаемости и не уязвимости экосистем.

Таким образом, в последнее время остро стоит вопрос защиты населения от стихии. Нынешний уровень развития науки о селях и смежных наук, позволяет не отстать от передовых стран, защитить их разумным и допустимым риском. В настоящее время эту проблему большинство специалистов считает разрешимой, существенно перестроив стратегию защиты от стихии. Не следует сомневаться в том, что тот, кто это не решит – проиграет.

Изложенные соображения позволяющие перестроить стратегию защиты от селей, тем самым расширить возможность безопасного функционирования селеопасных территорий, представляется целесообразным отразить в регионах специально изданных постановлений по защите от стихии, что в существенной степени может снизить ущерб предупреждения и повысить надежность.

#### *Список литературы*

- Баренблатт Г.И., Ишлинский А.Ю. Об ударе вязко-пластического стержня о жесткую преграду. – Прикладная математика и механика. Т. XXVI, вып.3, 1962, с. 497–502.
- Великанов М.А. Качественный динамический анализ селевого потока. – Известия АН СССР. Серия Географ., т. 9, № 4, 1945, с. 353–363.
- Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1970, 386 с.
- Гагошидзе М.С., Натишвили О.Г., Сулаквелидзе Л.А., Тевзадзе В.И. Некоторые инженерные задачи расчета селевых потоков. – Труды ГрузНИИГиМ, Тбилиси, вып. 25, 1967, с. 26-37.
- Инструкция по проектированию и строительству противоселевых защитных сооружений СН 5 18-79. Москва: Стройиздат, 1981, 14 с.
- Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988, 304 с.
- Мирцхулава Ц.Е. Некоторые приложения математической теории катастроф в задачах гидротехники и мелиорации. – Сб. научн. тр. ГрузНИИГиМ, Тбилиси, 1988, с. 83-102.
- Мирцхулава Ц.Е. Оценка риска появления селей катастрофического характера. – Доклады Российской сельскохозяйственной академии, № 6, 1997, с. 24–26.
- Мирцхулава Ц.Е. Надежность и старение гидротехнических сооружений, меры по отдалению выхода их из строя. Тбилиси, 2007, 305 с.
- Натишвили О.Г. Гидравлика безнапорных взвесенесущих потоков. Тбилиси, 1968, 62 с.
- Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Движение селей и их взаимодействие с сооружениями. Тбилиси, АН Грузии, 2001, с.147.
- Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. Москва: Наука, 1968, 512 с.
- Mirtskhoulava Ts.E. Reliability of hydro-reclamation installation. Baklema, 1992, 302 p.
- Natishvili O., Dzierishvili A. Solution of some practical problems connected with a free flow motion in cohesive flow. – Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol. 155, No. 2, 1997, p. 228–230.