

Труды Международной конференции

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

---

Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г.



Ответственный редактор  
С.С. Черноморец

---

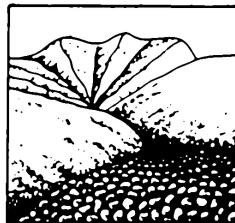
Институт «Севкавгипроводхоз»  
Пятигорск 2008

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



## Динамика ландшафтов в зонах воздействия селевых потоков на Северном Кавказе

М.Н. Петрушина, Е.Г. Суслова

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия*

## Landscape dynamics in the areas of debris flow impact in the Northern Caucasus

M.N. Petrushina, E.G. Suslova

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

На основе многолетнего полевого ландшафтного картографирования, работы на эталонных площадках, анализа разновременного картографического и дистанционного материала, фитоиндикационных методов изучены основные закономерности структуры и динамики селевых геосистем, особенности сукцессий на селевых отложениях в долинах Северного Кавказа. Установлено увеличение динамичности ландшафтов в последнее десятилетие как результат совместного действия селевых потоков и лавин, в том числе в районах, где они ранее не наблюдались или не отмечались в течение 40-50 лет. Выявлены общие и индивидуальные черты сукцессионных стадий в разных долинах.

We have studied the regularities of landscape structure and dynamics under the debris flow impact as well as vegetation succession stages in some valleys of the Central Caucasus. We used real-time and long-term observations, interpretation of remote sensing data, phytosuccession and lichenometry. Intensification of landscape changes during the past decades and up to 2007 due to the debris flow and avalanche events has been observed. It was found that several debris flows were initiated by snow avalanche releases in the places where they were not observed for 40-50 years or even never recorded. Some common and individual features of vegetation succession on the new debris flow deposits in different valleys have been determined.

### *1 Введение*

Последние годы на Северном Кавказе характеризуются активизацией схода крупных лавин и селевых потоков, что связано с климатическими изменениями, в первую очередь с увеличением контрастности снегонакопления, ливневым характером летних осадков и интенсивной деградацией оледенения. Лавины и сели оказывают воздействие на ландшафтную структуру территории и ее динамику. Обычно сели уничтожают весь природно-территориальный комплекс (ПТК) низкого иерархического уровня (элементарные ландшафты и микроландшафты), приводя в одних случаях к усложнению структуры за счет формирования новых ПТК, в других к ее упрощению (Петрушина, 2001). Это позволяет использовать ландшафты и их компоненты в качестве индикаторов мест и частоты действия процессов, что особенно важно для районов, где прямые наблюдения затруднены. Основными задачами нашего исследования были изучение динамики ландшафтной структуры в зонах воздействия селевых потоков, выявление ее индикационных свойств и определение особенностей сукцессий на разновозрастных селевых отложениях.

Районами исследований стали долины рр. Теберда (Западный Кавказ), Баксан, Адырсу, Адылсу, Чегем, Черек Безенгийский на Центральном Кавказе и частично р.

Геналдон (Северная Осетия). Исследуемые районы характеризуются благоприятным сочетанием условий формирования лавин и селей. Это глубокооврезанные долины (с относительной высотой до 1000-2000 м) с крутыми сильно расчлененными склонами, палеогляциальными формами рельефа и современным оледенением в стадии деградации, обилием рыхлообломочного материала разного генезиса.

Основными методами исследования стали ландшафтное картографирование, повторные наблюдения на режимных площадках, заложенных в зонах действия селей, работа на трансектах с малым шагом описания, анализ многолетних фото- и космоснимков Terra (ASTER) и LANDSAT. Особое внимание уделялось фитоиндикационным методам, в первую очередь фитоценоотическому и лишенометрическому, в меньшей степени дендрохронологическому. Изучались преимущественно зоны аккумуляции селевых отложений, для которых типичны наибольшие изменения ландшафтной структуры.

## *2 Особенности структуры и динамики ландшафтов*

Для всех изученных долин типична активность селевых потоков, сход которых часто наблюдается в местах действия и снежных лавин, что приводит к усложнению ландшафтной структуры и изменению основных закономерностей, отмечающихся в зонах аккумуляции селевых отложений (Петрушина, 2001). Для селевых конусов, типичных для этих зон, характерен веерный, веерно-лопастной и сегментно-веерный рисунок внутриландшафтной структуры. Он связан с неоднократным сходом селей и распределением более крупного селевого материала чаще всего в верхних частях конусов и вдоль селевых русел. Селевые конусы обычно состоят из разновозрастных комплексов и отличаются неодинаковым развитием вертикальной структуры. Наиболее крупные конусы характерны для бассейнов р. Баксан, Чегем и Черек-Безенгийский. Они часто смешанного селево-лавиного генезиса. В исследуемых бассейнах выделяется четыре основных типа конусов и несколько подтипов, различающихся по структуре и динамике. Для первого типа конусов, обычно с хорошо выработанным руслом, типична стабильная и относительно простая структура старых конусов и динамичная в центральной молодой части с серией конусов разного возраста. Более сложная структура у конусов с периодическим сходом селей по руслам, мигрирующим по поверхности конуса, нередко с дополнительным воздействием снежных лавин. Со временем этот тип конусов может переходить в первый. Третий тип характеризуется промежуточными чертами двух первых типов. Четвертый тип с относительно простой структурой характерен для конусов с ежегодным сходом «антропогенных» селей. Районы активной деградации оледенения часто отличаются формированием конусов, расположенных в лесной зоне, с четко выраженной крупногрядово-ложбинной структурой, (особенно водокаменных селей) со слабым развитием почвенно-растительного покрова даже в пределах старых конусов. Такие конусы типичны для подножий солнечных склонов в долинах рр. Адырсу, Азау. Особенность ландшафтной структуры верхней части бассейна р. Чегем – наличие старых крупногрядово-ложбинных селевых конусов вдоль северных склонов со сложными сосняками.

В последнее десятилетие в каждом из бассейнов наблюдается своеобразие динамики ландшафтов как следствие селевой активности. В средней части бассейна р. Теберды динамичность ПТК увеличивается за счет появления новых селевых систем по левобережью р. Теберды. Они небольшие по размеру с зоной аккумуляции отложений (от 1 до 10 тыс. м<sup>3</sup>) на автомагистрали Карачаевск–Теберда. Сели сходили неоднократно (2002, 2005, 2006 гг.) и вероятно продолжают свое действие, т. к. в зону их формирования и транзита попали толщи древних склоновых отложений (Бударина, Петрушина, 2005). Ранее селевые очаги здесь не были зафиксированы (Хворостов, 1987), не отмечены они и на более поздней схеме (Заруднев и Салпагаров, 2006). Одной из причин активизации селей стала антропогенная деятельность (интенсивная рубка древостоя, его трелевка, выпас скота, создание на склонах обводнительных каналов и др.). Ослабла селевая активность (по количеству и объему выноса) в верхней части бассейна р. Теберда за исключением ряда селевых геосистем с зоной формирования в субнивальных и нивально-гляциальных ландшафтах (бассейн р. Аманауз, Агбек, Гоначхир). Динамичны ПТК в зоне воздействия наносоводных потоков р. Аманауз в районе пос. Домбай, в которую попадают строящиеся коттеджи на террасе и в пойме реки. Сход

наносоводных потоков и селей отмечался в высокогорье и среднегорье бассейна рр. Баксан. Особенность динамики ПТК в долине – участвовавшее воздействие лавин на селевые конусы, например, по руч. Сагаевский, где уничтожены ПТК березовых мелколесий, безымянному ручью правобережья в районе поляны Нарзанов и др.

Усилилась динамика ПТК в местах схода селей, в которых они не отмечались в течение последних 40–50 лет (долина р. Гоначхир в Теберде) или не наблюдались ранее (2005 г., долина р. Адырсу) и генезис которых связан с изменением лавинного режима.

Изучение межгодовой динамики на селевых конусах выявило наибольшие изменения на конусах, также подвергшихся воздействию лавин, особенно на конусе руч. Сагаевский. Изменения растительности на конусах со стабильной литогенной основой в основном незначительны и в первую очередь связаны с сукцессионными особенностями, например, уменьшение видового разнообразия и проективного покрытия в связи с увеличением древесного подроста и кустарников и т. д.

### 3 Сукцессионные стадии на селевых конусах

Наблюдения на режимных площадках, заложенных на разновозрастных селевых конусах, позволили детализировать и сравнить сукцессионные стадии в разных долинах и высотных поясах. Выявлено, что скорость развития почв и растительности на конусах зависит от положения в высотной зоне, мощности и характера отложений, частоты схода селей, воздействия других природных процессов, например, лавин, антропогенной деятельности и т. д. Положение селевого конуса в высотной зоне в основном определяет набор видов на поздних стадиях формирования растительного покрова селевого конуса, а первые стадии зарастания достаточно схожи в разных долинах. На первой стадии в год схода селя или на следующий появляются отдельные виды растений. Чуть позже формируются пионерные группировки, сложенные видами, легко размножающимися семенами и нетребовательными к богатству почв. Типичными растениями являются сорно-луговые и луговые растения, а также всходы и подрост кустарников и деревьев. Набор видов на первых этапах зарастания увеличивается за счет приноса сверху дернины разного размера, поэтому кроме сорных видов здесь под камнями встречаются мелкие папоротники (*Asplenium*), а на камнях – альпийские камнеломки (*Saxifraga*). Из древесных и кустарниковых пород первыми поселяются ивы (*Salix purpurea*, *S. triandra*), мирикария (*Myricaria alopecuroides*), береза (*Betula pendula*, *B. litwinovii*) и сосна (*Pinus hamata*), в долине р. Теберда – ольха (*Alnus incana*), пихта (*Abies nordmanniana*), ель (*Picea abovata*).

Видовое разнообразие достаточно резко увеличивается через 2-3 года после схода селя. Через 7-9 лет наблюдается развитие густой поросли кустарников и деревьев и уменьшение травянистых видов, набор и обилие которых зависят, в основном, от густоты и сомкнутости подроста. Стадия мелколиственного разнотравно-крупнотравного леса представлена ивово-березовыми молодняками с рябиной кавказской, малиной, смородиной и другими кустарниками. Стадия соснового леса характерна для селевых конусов возрастом более 45-50 лет. Сосновые леса здесь могут быть разных типов в зависимости от местообитания.

Было выявлено, что часть растений на молодых наносах, типичная для прилегающих территорий, изменяет свои жизненные формы, приобретая большую высоту, стелющийся вид и др. Часто медленное зарастание молодых селевых конусов связано с антропогенным воздействием, в первую очередь с выпасом скота, в частности с поеданием ими молодой поросли березы и облепихи. В условиях выпаса и сенокосения в лесной зоне вместо лесных сообществ на селевых конусах появляется луговая растительность. Чем интенсивнее воздействие, тем больше в составе травостоя обычных луговых видов, тем флористически беднее и ниже травостой.

Растительный покров селевых конусов разных долин имеет свою специфику. Для селевых и селево-лавиновых зарастающих конусов в верховьях долины р. Безенги на первых стадиях типичны мак темнолистный (*Papaver pauciflora*) и тысячелистник крупноцветковый, не отмеченные в долине Баксана и его притоков. Зарастающие щебнистые конусы долины отличаются обилием напочвенных лишайников и мхов. В сосновых лесах верховий Чегема на склонах долины р. Башиль северной экспозиции обильны кольник (*Asyneuma spicata*), видов минуарции (*Minuartia vern* и др.) и др. ци-

пербита какалиелистная (*Cicerbita macrophylla*), скерда сибирская (*Crepis sibirica*) и другие виды высокотравья, характерные для довольно богатых и влажных почв. В верховьях долины р. Адыр-Су селевые конусы достаточно активно зарастают лесом, особенно на участках с мелкоземистым материалом. Сосновые леса на старых селевых отложениях здесь в наибольшей степени схожи с таежными.

Селевые конусы долины р. Баксан лесной и степной зон, расположенные вдоль основного шоссе отличаются обилием сорных видов, занесенных из других районов благодаря интенсивному антропогенному воздействию. Формирование растительности в целом идет активнее в бассейне р. Теберда.

Лишайники на свежих селевых отложениях обычно появляются через 6–8 лет (различимы невооруженным глазом) – *Caloplaca elegans*, через 13(14)–(16) лет (на высотах 1800–2300 м) – *Rhizocarpon geographicum* (Алейникова и др., 2004).

Интересно, что в бассейне р. Баксан, характеризующимся повышенной сухостью и распространением сосновых лесов (*Pinus hamata*), на разных селевых конусах обнаружены четыре молодых (возрастом около 30 лет) экземпляра ели (*Picea orientalis*), ареал которой типичен для Западного Кавказа.

Изучение особенностей почв селевых конусов выявило, что обычно они характеризуются маломощностью и сильной щебнистостью, несмотря на достаточно сформированную растительность, что свидетельствует об их большем характерном времени. В долине р. Геналдон в районе схода ледово-каменного тела установлено быстрое зарастание многих нарушенных участков, в том числе древесными и кустарниковыми видами, высокая мозаичность растительного покрова, нередко сочетание растений контрастных экологических условий. Выявлена хорошая корреляция скорости зарастания (увеличения степени проективного покрытия, обилия видов) с уменьшением мощности рыхлых отложений, отсутствием или глубоким залеганием ледяных включений, характером увлажнения.

#### 4 Выводы

Зоны воздействия селевых потоков характеризуются метахронностью и полиструктурностью ландшафтной структуры. Последние годы отмечены усилением динамики ландшафтов в результате активизации схода селевых потоков с наложением воздействия лавин во всех исследованных долинах.

Скорость прохождения сукцессионных стадий зависит от положения в высотной зоне, мощности и характера отложений, частоты схода селей, воздействия других природных процессов, антропогенной деятельности и т. д. Есть общие закономерности в прохождении стадий во всех долинах и индивидуальные их черты в каждой из долин.

При современных климатических условиях высока вероятность сохранения и увеличения селевой активности в ближайшие годы. Это обуславливает необходимость дальнейшего изучения воздействия селевых потоков на ландшафты, мониторинга их активности, оценки территорий по степени селеопасности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 06-05-65271.

#### Список литературы

- Алейникова А.М., Петрушина М.Н., Сухоручкина Е.С., Черноморец С.С. Фитоиндикационные исследования моренных и селевых отложений на Центральном Кавказе (бассейн реки Герхожан-су). – Вестник Московского ун-та, сер. 5, география, №4, 2005, с. 40–47.
- Бударина О.И., Петрушина М.Н. Современный селевой режим бассейна р. Теберда (Западный Кавказ). – Тезисы Всероссийской конференции по селям. Нальчик, 2005, с. 141–145.
- Заруднев В.М., Салпагаров А.Д. Лавинно-селевая опасность автомобильных дорог к туркомлексу «Домбай-Теберда-Архыз». – Биологическое и ландшафтное разнообразие Северного Кавказа и особо охраняемых природных территорий. Тр. Тебердинского гос. прир. биосферного зап-ка, вып. 43, М.: Илекса; Ставрополь: Сервисшкола, 2006, с. 229–243.
- Петрушина М.Н. Влияние лавин и селей на высокогорные ландшафты. – Материалы гляциологических исследований, вып. 91, 2001, с. 96–104.
- Хворостов В.В. Селевые процессы в верховьях рек Кубани и Кумы. – Сб. работ гидрометеорол. центра. Гляциология Северного Кавказа. Вып. 2 (20). Ленинград: Гидрометеиздат, 1987, с. 48–58.