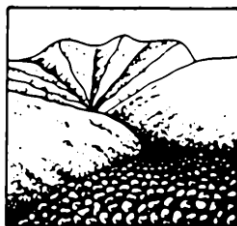


# **DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection**

---

Proceedings  
of the 5<sup>th</sup> International Conference

Tbilisi, Georgia, 1-5 October 2018



Editors  
S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili

---

Publishing House “Universal”  
Tbilisi 2018

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

---

Труды  
5-й Международной конференции

Тбилиси, Грузия, 1-5 октября 2018 г.



Ответственные редакторы  
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили

---

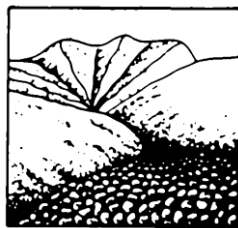
Издательство Универсал  
Тбилиси 2018

# ღვარცოფები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა

---

მე-5 საერთაშორისო კონფერენციის  
მასალები

თბილისი, საქართველო, 1-5 ოქტომბერი, 2018



რედაქტორები  
ს.ს. ჩერნომორეც, გ.ვ. გავარდაშვილი

---

გამომცემლობა "უნივერსალი"  
თბილისი 2018

УДК 551.311.8  
ББК 26.823

**Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита.** Труды 5-й Международной конференции. Тбилиси, Грузия, 1-5 октября 2018 г. – Отв. ред. С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили. – Тбилиси: Универсал, 2018, 671 с.

**Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection.** Proceedings of the 5th International Conference. Tbilisi, Georgia, 1-5 October 2018. – Ed. by S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili. – Tbilisi: Publishing House “Universal”, 2018, 671 p.

**ღვარცოფები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა.** მე-5 საერთაშორისო კონფერენციის მასალები. თბილისი, საქართველო, 1–5 ოქტომბერი, 2018. გამომცემლობა "უნივერსალი", თბილისი 2018, 671 გვ. პასუხისმგებელი რედაქტორები ს.ს. ჩერნომორეც, გ.ვ. გავარდაშვილი.

Ответственные редакторы С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили  
Edited by S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili

Верстка: С.С. Черноморец, К.С. Висхаджиева, Е.А. Савернюк  
Page-proofs: S.S. Chernomorets, K.S. Viskhadzhieva, E.A. Savernyuk

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: Geografiz, 1951, p. 51).

ISBN 978-9941-26-283-8

© Селевая ассоциация  
© Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава  
Грузинского технического университета

© Debris Flow Association  
© Ts. Mirtskhulava Water Management Institute  
of Georgian Technical University

© ღვარცოფების ასოციაცია  
© საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა  
მეურნეობის ინსტიტუტი



## Современные проблемы прогнозирования селей в Грузии и на сопредельных территориях

<sup>1</sup>И.В. Мальнева, <sup>2</sup>Н.К. Кононова

<sup>1</sup>*Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия, malnir@mail.ru*

<sup>2</sup>*Институт географии РАН, Москва, Россия, NinaKononova@yandex.ru*

Рассмотрены современные проблемы прогнозирования опасных геологических процессов в XXI веке. Отмечено, что особенности прогнозирования опасных геологических процессов обусловлены глобальными климатическими изменениями и техногенным фактором. Для оценки климатических изменений и крупнейших катастроф использована типизация циркуляции атмосферы северного полушария, разработанная под руководством Б.Л. Дзердзеевского. Материалы типизации с 1899 по 2017 г. размещены в сети Интернет в открытом доступе на сайте [www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru). Рассмотрены крупнейшие катастрофы, при которых произошла активизация оползней и селей, и взаимодействие при этих катастрофах природных и техногенных факторов.

*Элементарный циркуляционный механизм, катастрофа, прогноз, солнечная активность*

## Modern problems of forecasting mudslides in Georgia and in adjacent territories

<sup>1</sup>I.V. Malneva, <sup>2</sup>N.K. Kononova

<sup>1</sup>*High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia, malnir@mail.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Geography RAS, 29 Staromonetny, Moscow, Russia, NinaKononova@yandex.ru*

Modern problems of forecasting dangerous geological processes in the 21st century are considered. It is noted that the features of predicting exogenous geological processes are due to global climatic changes and the technogenic factor. Classification of the Northern Hemisphere atmospheric circulation, developed under the guidance of BL Dzerdzevsky, was used to assess climate change and major disasters. Materials from 1899 to 2017 posted on the Internet in public access on the site [www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru). The largest catastrophes under which the activation of landslides and mudflows occurred, and the interaction of natural and man-made factors in these catastrophes were analyzed.

*Elementary circulation mechanism, catastrophe, forecast, solar activity*

### Введение

В последнее десятилетие неуклонно растет количество катастрофических событий как в мире в целом, так и в отдельных странах. Многие катастрофические природные процессы связаны с проявлением опасных геологических процессов – оползней, селей и др. Изменилась активность экзогенных процессов, наиболее чувствительных к погодным условиям, прежде всего, оползней и селей. Следует отметить страшное наводнение и



наиболее сильную активизацию оползней и селей при совместном влиянии природных и техногенных факторов на Северном Кавказе в июле 2012 года (Крымск), селевые потоки в Грузии в 2014 и 2015 годах, селевые потоки в Приэльбрусье в 2017 году.

**Общей причиной катастрофических природных процессов являются энергетические преобразования, происходящие в земной коре, ее поверхности и прилегающих к ней слоях атмосферы.** В последние десятилетия большое влияние на развитие природных катастроф оказывают глобальные климатические изменения на Земле. Вторым глобальным процессом, обуславливающим рост природных катастроф, следует считать техногенез, связанный с ростом индустриализации общества, увеличением потребления природных ресурсов [Осипов, 2015]. **Современные проблемы прогнозирования ЭГП связаны с особенностями этих глобальных процессов в настоящий период.**

Современные проблемы прогнозирования селей в Грузии и на сопредельных территориях обусловлены характером изменения наиболее важных основных изменяющихся факторов, определяющих тенденцию активности селей на данной территории. В середине XX века во ВСЕГИНГЕО под руководством А.И. Шеко были разработаны методические рекомендации по составлению долговременных прогнозов экзогенных геологических процессов. В соответствии с этими рекомендациями были составлены долговременные прогнозы для различных регионов. Проверка прогнозов в том числе для Грузии и сопредельных регионов показала вполне удовлетворительную их оправдываемость [Шеко, 1980]. Однако, в настоящее время очень многое изменилось. Во-первых, изменилась тенденция важнейших быстроизменяющихся факторов – активности Солнца и состояния климатической системы, определяющего тенденцию изменения циркуляции атмосферы и, соответственно, основных метеорологических факторов. Изменилась потребность в долговременных прогнозах, значительно увеличилась роль техногенных факторов. Возникла необходимость в совершенствовании методики прогнозирования как селей, так и основных изменяющихся факторов, их обуславливающих. Этому вопросу и посвящена данная работа.

### **Изменения в характере солнечной активности**

Изменение активности Солнца – глубокий минимум 24 цикла солнечной активности, практически отсутствующие пятна на Солнце. Достоверных прогнозов изменения солнечной активности в настоящее время не имеется, что не позволяет при прогнозировании селей ориентироваться на приуроченность их проявления к переломным моментам в ходе солнечной активности, к максимумам и минимумам 11-летних солнечных циклов. Ранее отмечалось, что на территории Западной Грузии увеличение активности селей вероятнее как в годы максимумов, так и в годы минимумов (1953, 1967, 1977 годы), а на территории Восточной Грузии – в годы минимумов [Шеко, 1980], что и наблюдается в настоящее время (2014, 2015, 2016 годы).

### **Особенности изменения глобальной атмосферной циркуляции**

1) Многолетние исследования особенностей развития и активизации различных опасных природных процессов (оползней, селей и др.) в различных районах России и ближнего зарубежья позволили выделить как наиболее процессоопасные ЭЦМ 13л, 13з, 12а, и 9а.

2) При ЭЦМ 13л, обуславливающим опасные явления на большой территории, отмечается 4 выхода южных циклонов на Северном полушарии, из них один – на территории Грузии. За короткое время прохождения циклона (1-2 дня) выпадают обильные осадки, имеющие обеспеченность менее 1 %, часто в виде интенсивных ливней. Это приводит к активизации оползневого, селевого, эрозионного и др. процессов. Как правило, с ЭЦМ 13л связано повышение температуры воздуха.

3) В отличие от ЭЦМ 13л, макропроцесса летнего периода, ЭЦМ 12а развивается в основном в переходные сезоны. При нем наблюдается большая неустойчивость



атмосферы, повышенная турбулентность и обострение атмосферных фронтов. При своеобразной “борьбе” северных и южных воздушных масс при ЭЦМ 12а в течение нескольких дней может происходить частая смена погоды, что в значительной степени способствует формированию селей и возникновению лавин.

Структура современного периода (1998-2017 гг.) обеспечивает наибольший с 1899 г.. межширотный обмен воздушных масс. Наблюдается необычайно возмущенное состояние атмосферы, частая смена погоды, рост повторяемости метеорологических экстремумов.

Наиболее опасной в XX веке была погода при ЭЦМ 13л, 12а, 9а и их сочетаниях. В начале XXI века также преобладали эти типы. Однако, очень велика роль ЭЦМ 12а, с которым связано увеличение количества осадков в высокогорье в мае – июне. Летом при ЭЦМ 13л стало меньше осадков, но выше температура воздуха. Активизировались гляциальные сели (Девдораки) и связанные с ними оползни.

В современный период (1998–2014 гг.), в отличие от конца XX века, среди наиболее продолжительных ЭЦМ снова преобладают ЭЦМ с блокирующими процессами (12 тип). В начале XXI века стал очень опасен ЭЦМ 12а – самый турбулентный макропроцесс на Северном полушарии. С ним связаны обильные осадки, наводнения, сели и оползни на Кавказе, в Сибири и на Дальнем Востоке. Погодные условия при ЭЦМ 12а и 13л обеспечивают оптимальный режим для активизации оползневых процессов, особенно при условии преобладания неустойчивых глинистых пород, что характерно для многих горных районов Грузии. Всё это необходимо учитывать в настоящее время при долговременном прогнозировании опасных природных процессов.

Прогнозы опасных экзогенных процессов, составленные на основании анализа изменения солнечной активности и циркуляции атмосферы, показывают только тенденцию. Но при этом указываются периоды, в течение которых наиболее вероятны природные катастрофы.

Авторами неоднократно отмечалось, что наиболее опасная погода на Северном Кавказе связана с ЭЦМ 13л, 12а и некоторыми другими [Мальнева И.В., Кононова Н.К., 2012]. При повышенной суммарной продолжительности того и другого ЭЦМ опасность развития катастрофических природных процессов значительно увеличивается.

Нами установлено, что на Северном Кавказе, в бассейнах рек Баксан, Чегем, Черек, в XX и начале XXI века 42% случаев прохождения селей более чем за 50 лет (с 1953 по 2008 гг.) связано с ЭЦМ 13л. Для гляциальных селей особенно большое значение имеет годовой ход процессоопасного ЭЦМ 13л. Максимальные значения указанного ЭЦМ возможны в июне, июле, августе - месяцах максимальной абляции на ледниках. В отличие от ЭЦМ 13л, максимальная продолжительность ЭЦМ 12а наиболее вероятна в весенние месяцы, когда в высокогорье еще лежит снег. Те же ЭЦМ селеопасны и в Грузии (бассейн Черного моря).

Таблица 1. Макроциркуляционные процессы, приносящие селеопасную погоду в XX веке

Горная система	Селеопасные районы	Селеопасные ЭЦМ для районов
	Бассейны рек Абхазии	2а, 12а, 13л
Кавказ, бассейн Черного моря	Бассейн р. Ингури	12а, 13л
	Бассейн р. Риони	13л, сочетание 12а, 13л
	Бассейн р. Цхеницкали	13л
Центральный Кавказ		13л, 4б, 10б,



Проявления селей в Грузии в течение XXI века собраны только в Интернете. Крупнейшие селевые катастрофы в Грузии в XXI веке также связаны с этими ЭЦМ. Далее отмечена связь селей с ЭЦМ в Грузии и на сопредельных территориях в начале XXI века.

2014 год – Казбекский завал 17 мая, ЭЦМ 13л, и сель 20 и 21 августа – ЭЦМ 13л.

2015 год – Наводнение в Тбилиси в ночь с 11 на 12 июня – ЭЦМ 9а, в течение месяца также ЭЦМ 13л.

2016 год – 24 июня, ЭЦМ 12бл (Новости-Грузия <https://www.newsgeorgia.ge/31851-2/#t20c>)

На Северном Кавказе катастрофические селевые потоки прошли в 2012 году (ЭЦМ 13л, 12бл), в 2017 году, также при ЭЦМ 13л, 14–15 августа (Герхожансу) и 31 августа, когда произошел прорыв озера Башкара в ущелье Адылсу.

### Техногенез

Техногенез, связанный с увеличением потребления природных ресурсов, обуславливающий рост природных катастроф, зависящих от степени устойчивости пород в селевых очагах по отношению к техногенному воздействию.

Активность селей, оползней и других опасных геологических процессов в XXI веке, в отличие от XX века, помимо влияния климатических факторов, все в большей степени обусловлена техногенным фактором. **При этом наиболее сильная активизация оползней и селей происходит при совместном влиянии природных и техногенных факторов. Анализ крупнейших катастроф XXI века, связанных с опасными геологическими процессами, подтверждает это положение.**

Катастрофическое наводнение и связанная с ним активизация оползней и селей произошли в июле 2012 года на Северном Кавказе (Крымск). Одной из причин гибели людей при наводнениях являлось пренебрежительное отношение к состоянию рек и неправильное строительство сооружений в зоне разлива рек. Важной причиной этой трагедии на Черноморском побережье летом 2012 г. явилось неконтролируемое заселение потенциально опасных территорий.

Важнейшим объектом исследования являлись проявления опасных геологических процессов, прогнозирование активизации этих процессов и районирование по степени их опасности на территории Большого Сочи и Красной Поляны – района проведения зимней Олимпиады 2014 года. В процессе исследований были разработаны новые методы прогнозирования и оценки опасности экзогенных геологических процессов [Крестин, Мальнева, 2015].

Особенностью исследуемой территории в начале XXI века является резкое возрастание техногенных нагрузок в период олимпийского строительства. Основными видами воздействия являлись несанкционированное складирование отвалов грунта на склонах, подрезки склонов при строительстве объектов олимпийской инфраструктуры, пригрузка головных частей существующих оползней. В условиях низкой естественной устойчивости территории все это привело к активному развитию как собственно техногенных проявлений ЭГП, так и парагенезов техногенных и ассоциированных с ними природных проявлений. Своеобразие смешанных проявлений заключается в том, что, вследствие широкого развития выветрелых и интенсивно тектонически нарушенных пород весьма малой механической прочности, в процесс, начинающийся в техногенно нарушенных грунтах, вовлекается значительное количество грунтов, находящихся в естественном залегании. В результате объемы последних зачастую существенно превышают объемы техногенных грунтов, инициировавших данное проявление. Подобные проявления опасных геологических процессов и их ассоциаций предлагается назвать техногенно обусловленными. Активность техногенно обусловленных процессов минимум на порядок превышает активность аналогичных процессов в естественном состоянии [Крестин, Мальнева, 2015].

Последствия разрушительного наводнения в Грузии (Тбилиси) в 2015 году, жертвами которого стали 19 человек, были обусловлены, наряду с естественными





причинами, недалевидной и необдуманной деятельностью человека в пойме реки Вере, считают авторы доклада, подготовленного Кавказской сетью неправительственных организаций по охране окружающей среды (CENN, <http://txt.newsru.com/world/27apr2005/potop.html>).

Стихийное бедствие в Тбилиси было вызвано интенсивными осадками в водосборном бассейне реки Вере, прошедшими в ночь на 14 июня. «По нашим наблюдениям, в результате такого дождя за 3-3,5 часа выпало около 100 мм осадков в бассейне реки Вере, что является примерно двухмесячной нормой для бассейна этой реки», - отмечается в докладе.

Но главной причиной катастрофических последствий наводнения было недалевидное и необдуманное хозяйственное освоение человеком низменных районов русла реки Вере еще с середины прошлого века, считают специалисты. Небольшая речка Вере в Тбилиси в ночь на 14 июня превратилась в смертоносный грязевой поток, затопивший дороги, дома и разрушивший большую часть Тбилисского зоопарка.

### **Преимущественная роль краткосрочных и оперативных прогнозов, необходимость разработки методики их составления на современном этапе**

Большое значение имеют прогнозы на локальном уровне. Для получения необходимых данных требуется очень большой комплекс наблюдений, преимущественно инструментальных, а технология и методика этих наблюдений мало разработана. Надо отметить, что составление этих прогнозов возможно только при межведомственном информационном взаимодействии (МЧС, Росгидромет, Роснедра), особенно в период аномальных погодных явлений. На этом уровне большое значение имеет техническое оснащение, использование современных приборов при ведении мониторинга. Для повышения точности оперативной оценки опасности селей, оползней и других опасных геологических процессов целесообразно подвергать анализу все поддающиеся измерению показатели природных явлений и факторов, обуславливающих развитие опасного процесса на конкретной территории – гидрометеорологические, сейсмические, инженерно-геологические, а также некоторые зависящие от эпизодических проявлений активности процессов на Солнце показатели параметров солнечно-земных связей. В первую очередь, скорость плазмы солнечного ветра в околоземном пространстве и плотность протонов в ней. На характеристику космической погоды мы обратили внимание при ежегодных исследованиях условий формирования селей в Приэльбрусье с 2001 до 2016 г. (после катастрофического селя 2000 г.). Опасность формирования гляциального селя в долине р. Аддылсу, случившегося в июле 2008 г. вследствие прорыва высокогорного озера Башкара, прогнозировалась многими специалистами МГУ, ВГИ и других организаций.

Таким образом, в настоящее время увеличилась необходимость в составлении оперативных прогнозов, а тенденцию развития селей на данной территории целесообразно осуществлять на основании изменения атмосферной циркуляции.

### **Список литературы**

- Кононова Н.К. (2015). Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX - XXI столетиях и их последствия для климата. *Фундаментальная и прикладная климатология*, 1: 127-156.
- Крестин Б.М., Мальнева И.В. (2015). Активность оползневых и селевых процессов на территории Большого Сочи и ее изменения в начале XXI века. *Геоэкология*, 1: 21-29.
- Мальнева И.В., Кононова Н.К. (2012). Активность селей на территории России и ближнего зарубежья в XXI веке. *Геориск*, 4: 48-54.
- Осипов В.И. (2015). Природные катастрофы: анализ развития и пути минимизации последствий. *Проблемы анализа риска*, 12: 84-93.
- Шеко А.И. (1980). *Закономерности формирования и прогноз селей*. Москва, Недра, 296 с.