



Московский государственный  
университет имени М.В.Ломоносова  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



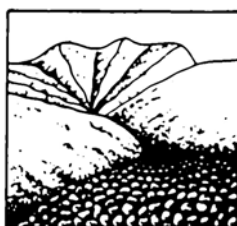
Межрегиональная  
общественная организация  
СЕЛЕВАЯ АССОЦИАЦИЯ

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

Труды Второй конференции,  
посвященной 100-летию  
со дня рождения С.М. Флейшмана

---

Москва, Россия, 17–19 октября 2012 г.



*Ответственный редактор  
С.С. Черноморец*

---

Географический факультет МГУ  
Москва ♦ 2012





M.V. Lomonosov Moscow State University  
FACULTY OF GEOGRAPHY



Inter-regional public organization  
DEBRIS FLOW ASSOCIATION

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

Proceedings of the Second Conference  
dedicated to 100<sup>th</sup> anniversary of S.M. Fleishman

---

Moscow, Russia, 17 – 19 October 2012



*Edited by  
S.S. Chernomorets*

---

Moscow State University, Faculty of Geography  
Moscow ♦ 2012

УДК 551.311.8  
ББК 26.823  
С 29

Ответственный редактор С.С. Черноморец  
Edited by S.S. Chernomorets

- C29 **Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита.** /Тр. Второй конференции, посвященной 100-летию С.М. Флейшмана. Отв. ред. С.С. Черноморец. – М.: Географический факультет МГУ. 2012. – 117 с.
- C29 **Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection.** /Proceedings of the Second Conference dedicated to 100<sup>th</sup> anniversary of S.M. Fleishman. Ed. by S.S. Chernomorets. – Moscow: Faculty of Geography MSU. 2012. – 117 p.

**ISBN 978-5-89575-210-4**



Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ,  
проект 12-05-06091-г.

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).

УДК 551.311.8  
ББК 26.823

**ISBN 978-5-89575-210-4**

© Географический факультет МГУ  
© Селевая ассоциация  
© Faculty of Geography MSU  
© Debris Flow Association



## Введение

## Introduction



Вторая конференция «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита» посвящена 100-летию со дня рождения Семёна Моисеевича Флейшмана – выдающегося исследователя селевых потоков, автора учебника «Сели», председателя Селевой комиссии, руководителя отдела селей в лаборатории снежных лавин и селей географического факультета МГУ.

Организаторы конференции – географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова и межрегиональная общественная организация «Селевая ассоциация». Место и даты проведения – Москва, МГУ, 17-19 октября 2012 г.

В настоящем сборнике публикуются материалы конференции. Они подготовлены специалистами из России, Казахстана, Таджикистана, Киргизии, Грузии, Армении, Азербайджана, Ирана, Украины, Франции и Бразилии. Материалы приводятся в алфавитном порядке по фамилии первого автора.

Сайт конференции [www.debris-flow.narod.ru](http://www.debris-flow.narod.ru).



## Спонсоры и партнеры конференции

## Sponsors and partners of the conference





## Организационный комитет

### Organising Committee

#### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА

Касимов Н.С., Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия

#### СОПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА

Носов К.Н., институт «Севкавгипроводхоз» и Селевая ассоциация, Россия

#### ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА

Баринов А.Ю., представительство Geobruigg AG, Россия  
Бойнагрян В.Р., Ереванский государственный университет, Армения  
Бондырев И.В., Институт географии имени Вахушти Багратиони Тбилисского государственного университета, Грузия  
Виноградов Ю.Б., Государственный гидрологический институт Росгидромета, Россия  
Гавардашвили Г.В., Институт водного хозяйства Грузинского технического университета, Грузия  
Ерохин С.А., Государственное агентство по недрам и минеральным ресурсам Киргизии, Киргизия  
Ефремов Ю.В., Кубанский государственный университет, Россия  
Запороженко Э.В., институт «Севкавгипроводхоз», Россия  
Казаков Н.А., Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института РАН, Россия  
Петраков Д.А., Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия  
Лапердин В.К., Институт земной коры СО РАН, Россия  
Лукашов А.А., Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия  
Медеу А.Р., Институт географии Республики Казахстан, Казахстан  
Молдобеков Б.Д., Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли (ЦАИИЗ), Кыргызстан  
Олиферов А.Н., Таврический национальный университет имени В.И.Вернадского, Украина  
Перов В.Ф., Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия  
Рудой А.Н., Томский государственный университет, Россия



- Сейнова И.Б., Университетский центр инженерной геодинамики и мониторинга,  
Россия  
Тапасханов В.О., Высокогорный геофизический институт Росгидромета, Россия  
Тутубалина О.В., Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия  
Флейшман Т.С., Швейцария  
Церетели Э.Д., Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов  
Грузии, Грузия  
Чалов Р.С., Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
географический факультет, Россия  
Черноморец С.С., Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия  
Шагин С.И., Главное управление МЧС России по Кабардино-Балкарской  
Республике, Россия  
Шньпарков А.Л., Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия





## Очаги формирования селевых процессов в высокогорных ландшафтах долины р. Адыл-су (Приэльбрусье)

Алейникова А.М.

*Российский университет дружбы народов, Москва, Россия*

## Initiation zones of mudflow processes in high-mountain landscapes of the Adyl-su River valley (Mt. Elbrus region)

Aleynikova A.M.

*People's Friendship University of Russia, Moscow, Russia*

Зонами зарождения большинства катастрофических процессов и районами повышенной динамичности ландшафтов являются высокогорные территории. Опасность проявления таких процессов и явлений сохраняется и усиливается во многих районах Центрального Кавказа. Например, в Приэльбрусье отмечается активное формирование озер и динамика их границ вблизи ледников как результат деградации оледенения, сход лавин и гляциальных селей, зарождающихся в высокогорных ландшафтах.

Таблица. 1. Некоторые показатели 10-летней (2000-2010 гг.) динамики природно-территориальных комплексов (ПТК) в долине р. Адыл-су

| Показатели динамики | Моренные формы рельефа                                                        | Продвижение луговых ПТК вверх по долине, м | Наличие на ледниках растительности | Продвижение древесных видов вверх по долине, м |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|
| Ледники             |                                                                               |                                            |                                    |                                                |
| Джанкуат            | «Останцы» с погребенным льдом, высотой до 5 м                                 | 10-15                                      | Есть                               | 5-10                                           |
| Джантуган           | Не отмечены                                                                   | 10                                         | Не отмечено                        | 5-10                                           |
| Башкара             | Боковые и конечно-моренные валы, высотой 1-4 м, серия селеопасных озер, зандр | 20                                         | Есть                               | 5-10                                           |
| Чегет-Кара          | Боковые моренные валы, высотой до 3 м                                         | 10                                         | Не отмечено                        | 5-10                                           |
| Кашкаташ            | Боковые моренные валы высотой до 3 м                                          | 10                                         | Не отмечено                        | 5-10                                           |
| Шхельда             | Не отмечены                                                                   | 15                                         | Есть                               | 5-10                                           |
| Виа-тау             | Не отмечены                                                                   | 10                                         | Не отмечено                        | Не отмечено                                    |



В высокогорных ландшафтах ледников долины р. Адыл-су отмечается яркая динамика ПТК (табл. 1). Наиболее ярким показателем динамики за исследуемый период является развитие на поверхностной морене ледника Шхельда уникального наледникового ПТК ивово-березовых редколесий. Освоение как травяными, так и древесными видами растений отмечено и на моренном чехле ледника Башкара.

Наибольшие изменения за эти годы среди всех ледников долины р. Адыл-су происходят в ПТК ледника Башкара. Именно здесь отмечается обилие вновь образованных озер, ледяных провалов и гротов как за десятилетний период наблюдений, так и за этот год. Все это увеличивает вероятность формирования крупного селя, связанного с прорывом приледниковых озер.

По сравнению с прошлыми годами провалы по ложбине возможного прорыва верхнего Башкаринского озера стали намного крупнее и представляют собой опасный селевой очаг. Также происходит слияние серии приледниковых озер прошлых лет и образование единого крупного водоема. Наличие за моренной перемычкой высотой 6 м, отделяющей Башкаринское озеро от цепочки провалов на леднике, крупного ледяного грота, создает реальную возможность прорыва Башкаринского озера. Также большие опасения стал вызывать обнажившийся в этой моренной перемычке лед, который мы наблюдали в сентябре. Нижнее приледниковое озеро ледника Башкара, на наш взгляд не обладают высокой вероятностью возникновения селя т.к. является проточным и заметного повышения его уровня по сравнению с прошлыми годами здесь не отмечается. Однако, все эти предположения требуют уточнения.

Новый селевой очаг, который образовался в 2010 г. в приледниковой зоне ледника Джанкуат (рис. 1), также представляет собой непосредственную опасность для Ледниковой станции МГУ, находящейся ниже по долине. В предыдущие годы ручей Джанкуат вытекал из центральной части ледника, в последние годы он стал вытекать из под левой боковой морены. Погребенный моренный лед обнажается у истока ручья. Видимые линзы этого льда достигают 2-3 м в ширину и до 10-15 м в длину. Рыхлые отложения левой боковой морены ледника Джанкуат, сползающие по ледяным ядрам, в случае жаркой дождливой погоды представляют собой селевую угрозу урочищу под названием «Зеленая гостиница» и станции МГУ. Эти отложения, нависающие над истоком ручья Джанкуат, еще не покрыты растительностью и могут служить твердой составляющей возможного селя. Моренные супесчаные отложения в днище долины р. Джанкуат ниже истока ручья также незначительно задернованы: проективное покрытие травами составляет примерно 10%, т.е. растительность не играет стабилизирующую роль в развитии селевых процессов.



Исток р. Джанкуат.



## **Дифференциация селеопасности территорий селевых бассейнов горных водотоков**

**Анахаев К.Н., Антоненко О.Л.**

*Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия*

## **Differentiation of the debris flow hazard within mountain cathments**

**Anakhaev K.N., Antonenko O.L.**

*High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia*

Одними из самых опасных склоновых процессов, протекающих на горных и предгорных территориях, являются сходы селевых потоков (селей). В большинстве случаев эти грозные стихийные явления сопровождаются весьма негативными воздействиями как на природные ландшафты (размывы дна и берегов водотоков, провокации оползней и обвалов, завалы пастбищных угодий, перекрытия русел рек и т.д.), так и на различные селитебные территории (завалы и разрушения населенных пунктов, промышленных, гражданских, рекреационных зданий и сооружений, инженерных объектов и др.), нередко с трагическими последствиями – гибелью людей. В связи с этим оценка селеопасности территории бассейнов горных водотоков имеет исключительно важное значение для обеспечения безопасности жизнедеятельности при освоении горных территорий, в особенности, при интенсивном техногенном и рекреационном их развитии. При этом районирование территории по степени селевой пораженности имеет как теоретическое, так и важное практическое значение, поскольку позволяет оценивать уровень селевой опасности для существующих или планируемых к строительству объектов различного назначения на данной территории.

Существующие критерии оценки селеопасности (селевой пораженности) территории горных водотоков, основанные на максимальных объемах единовременных выносов твердого селевого материала, дают обобщенную (фоновую) оценку для всей территории водосборного бассейна, и не позволяют получить дифференцированную (локализованную) картину действительно селеопасных участков бассейна реки. Последние же проявляются на разных участках в различной степени, в общем составляя незначительную часть от всей площади бассейна. В частности, для селевого бассейна р. Герхожан-су площадь селеопасных территорий составляет всего лишь около 18 % от ее водосборной площади. В работе разработана методика дифференцированной оценки селеопасности территории селевых бассейнов горных водотоков с ранжированием их на уровни: высокий, средний, малозначительный и практически неселеопасный (нулевой), что позволяет выделить в кадастровых картах действительно селеопасные территории (на селевых очагах, транзитных и выположенных аккумуляруемых участках и конусах выноса) и практически безопасные в селевом отношении. В работе предложена новая методика дифференцирования оценки селеопасности территории селевых бассейнов с разграничением их по уровням селеопасности: высокий уровень (У1), средний уровень (У2), малозначительный уровень (У3) и практически неселеопасный (нулевой уровень) (У0). Кроме этого, приводится также разграничение понятий водосборного и селевого бассейнов горных и предгорных водотоков, что является важным фактором в оценке



селеопасности территории, способствующим дальнейшему развитию проблемы селеведения в настоящее время.

## **Гибкие барьеры для защиты от селей Geobrugg VX/UX: область применения, основы проектирования и эксплуатация**

**Баринов А.Ю.**

*Представительство GeobruggAG в России, Москва, Россия*

## **Flexible debris flow barriers Geobrugg VX/UX: application range, basics of design and utilization**

**Barinov A.Yu.**

*Subsidiary of the GeobruggAG in Russia, Moscow, Russia*

Гибкие противоселевые барьеры созданы как экономически эффективная альтернатива традиционным железобетонным конструкциям. Несмотря на свою легкость, гибкие барьеры должны выдерживать огромные нагрузки. Это предъявляет особые требования к определению области их применения, проектированию и строительству. Сравнительная простота монтажа и эксплуатации позволяют существенно сократить расходы на инженерную защиту, а конструкция барьера и ответственное проектирование определяют надежность защиты.

Гибкие барьеры для защиты от селевых потоков постепенно приобретают статус «стандартного» проектного решения по инженерной защите. Их применение актуально в районах проявления селевых потоков объемами 100 – 10000 м<sup>3</sup> и более.

При существенном сокращении затрат в сравнении с традиционными капитальными сооружениями (дамбы, плотины, барражи и т.п.), применение барьеров на основе сети и несущих канатов предъявляет особые требования как к самой конструкции, ее узлам и элементам, так и к проектированию. По результатам совместного научно-исследовательского проекта компании Geobrugg и швейцарского НИИ WSL в помощь инженерам-проектировщикам была разработана программа DEBFLOW, позволяющая проводить расчеты параметров противоселевых барьеров на основе данных о селевом потоке. Эта программа доступна бесплатно для всех желающих на web-странице: <http://applications.geobrugg.com>. Использование программы подразумевает наличие у пользователя базовых знаний о селевых процессах и явлениях, достоверных материалов изысканий и строгое следование СНиП 22-02-2003.

Применение гибких барьеров возможно как в качестве селезадерживающих систем, так и в качестве стабилизирующих. Барьеры устанавливаются одиночно либо каскадом. Эксплуатация системы предполагает регулярный мониторинг и обслуживание после каждого крупного селевого события.



## **Инженерные мероприятия по защите линейных сооружений от селей на о. Сахалин**

**Боброва Д.А.**

*<sup>1</sup>Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия*

## **Engineering actions for protection of linear constructions from debris flow on the Sakhalin Island**

**Bobrova D.A.**

*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences,  
Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

Проблема пересечений линейных сооружений с селевыми бассейнами является одной из наиболее важных и актуальных инженерных проблем, с которой часто приходится сталкиваться в практике строительства линейных сооружений.

На Сахалине линейные сооружения, подверженные воздействию селевых процессов, расположены в горных районах острова, а также между уступом морских террас и морем.

Между уступом морских террас и морем расположены трассы автомобильных и железных дорог, на которые выходят селевые потоки следующих типов: грязекаменные, грязевые и наносоводные. Сели формируются здесь 1 раз в 1-3 года; каждые 3-5 лет отмечаются периоды массового селеобразования продолжительностью от 1 до 3-5 суток, во время которых селевые потоки формируются в большинстве селевых бассейнов. Объемы единовременных селевых выносов не превышают 50 тыс.м<sup>3</sup>. Скорости селевых потоков в зоне автомобильных и железных дорог могут достигать 27 м/с. Высота первой селевой волны может достигать 4,5 м.

Воздействию селевых потоков на Сахалине также подвержены магистральные трубопроводы. Так, нефтегазопроводы по проекту «Сахалин-2» на протяжении 20 км уложены в селевые отложения. Объёмы единовременных селевых выносов могут превышать 500 тыс. м<sup>3</sup>, а толщина селевых отложений на трассе достигает 6 – 16 м.

Основной ущерб, причиняемый селевыми потоками линейным сооружениям на Сахалине, выражается в повреждении и разрушении автомобильных и железных дорог, линий связи и электропередач.

Селевые потоки причиняют значительный косвенный экономический ущерб за счет остановки движения транспорта, который во много раз превышает стоимость прямого ущерба от повреждения и разрушения объектов селевыми потоками.

Так, в 2002 и 2003 г.г. сошедшие небольшие селевые потоки на нескольких участках нефтегазопроводов пересекали полосу отвода трассы. Глубина селевой эрозии в полосе отвода достигала 1,5 м, толщина селевых отложений – 2,0 м.

В 2009 году в Макаровском районе наблюдалось несколько периодов активизации селевых процессов. Сошедшие в этот период сели вызвали многочисленные повреждения полотна автомобильной и железной дорог и вызвали остановку транспортного сообщения между южными и центральными районами острова на 2-3 суток.



Последний период массового селеформирования отмечен летом 2010 года, который охватил юго-западное побережье о. Сахалин. Основной ущерб, причиненный селевыми потоками, выразился в завалах и повреждении дорожного полотна автомобильных дорог с. Шебунино - с. Чехов, завалах и повреждении железной дороги г. Холмск - г. Невельск.

Большинство водопропускных сооружений, расположенных под дорогами на селевых руслах, не выполняют роль селепропусков, что приводит к повреждению дорожного полотна. Это связано с тем, что инженерные решения при пересечении селевых русел принимались по аналогии с пересечениями обычных водотоков без учета характера движения селевого потока, определяемого наличием в нем значительного количества твердого материала, который обуславливает многократное превышение расходов селей и их высоту волн по сравнению с водными потоками.

Поскольку на Сахалине прокладка линейных сооружений осуществляется преимущественно в зоне транзита и аккумуляции селевых отложений, основным решением проблемы защиты линейных сооружений от селей является регулирование селей в этой зоне.

На сегодняшний день селезащита в основном выполняется для автодорог. В Макаровском районе на селеопасном участке автодороги Южно-Сахалинск – Оха дорожное полотно протяженностью 5 км было вынесено на искусственную отсыпку в море с конструированием селепропусков на пересечении с селевыми руслами. Для трёх селевых бассейнов, выходящих на автодорогу запроектированы бетонные селеуловители.

Также проводились мероприятия по защите от селей трасс нефтегазопроводов, однако принятые решения по защите от селей не обеспечивают безопасность трубопроводной системы.

## **Оценка опасности и риска формирования селей в северных областях Армении**

**Бойнагрян В.Р., Гагинян Р.Х., Давтян П.Г., Бойнагрян А.В., Манукян Н.В.**

*Ереванский государственный университет, Ереван, Армения*

## **Estimation of hazard and risk of mudflows forming in the northern regions of Armenia**

**Boynagryan V.R., Gaginyan R.Kh., Davtyan P.G., Boynagryan A.V., Manukyan N.V.**

*Yerevan State University, Yerevan, Armenia*

В последние 15-20 лет в Армении, как и повсюду в мире, отмечается изменение климата: нарушены летние и зимние температуры воздуха, сроки наступления очередных сезонов года, количество и интенсивность осадков, частота экстремальных



гидрометеорологических явлений, сели и паводки все чаще стали угрожать населенным пунктам и транспортным коммуникациям их затоплениями и т.п.

В рамках выполнения госбюджетной темы нами были проведены исследования в северных областях Армении (Арагацотне, Шираке и Гегаркунике) с целью выявления причин их затопления. Составлена серия карт: поверхностных грунтов с их коэффициентом фильтрации, залесенности склонов и их крутизны, современных экзогенных процессов, горизонтального и вертикального расчленения; обследованы состояние русел рек и искусственных водоулавливающих и водоотводящих сооружений; выполнена детальная фотосъемка проблемных участков и т.п.

Результаты исследований показали, что в обследованных областях много крутых и выпуклых обнаженных склонов, на которых интенсивность эрозии и частота формирования селей возраст в 1,5 раза. Сели и паводки чаще всего возникают там, где значительны горизонтальное (более  $1\text{ км/км}^2$ ) и вертикальное (более 300 м) расчленение территории, а также на склонах южной экспозиции в сухом степном и горно-степном поясах, расположенных на высотах 1200-2000м, и где сильный поверхностный сток может образоваться даже при дожде интенсивностью 2-3 мм/мин. Отмечено, что «благоприятными» для формирования селей и паводков являются ливни с возрастающей интенсивностью или если пик интенсивности осадков приходится на середину ливня.

В последние годы сели и паводки в исследованных областях были связаны также с бурным весенним снеготаянием, вызванным резким повышением температуры воздуха почти на  $10^\circ\text{C}$ , буквально за 2-3 часа, что сопровождалось также сильным ливнем и шквалистым ветром.

При весеннем снеготаянии в отмеченных областях уровень воды повышается на 1,5-2,5м, а расход увеличивается в 10-28 раз.

Ясно, что при таком подъеме уровня воды она должна поместиться в живом сечении русла, чтобы не выйти за его пределы и не затопить окрестности. В то же время почти все русла временных водотоков и мелких речек, а также искусственных каналов (бетонные водоотводящие сооружения) завалены на территориях сел бытовыми строительными отходами или заполнены плотным покровом растительности. Аналогичная картина отмечается и под мостами и перед водоотводящими трубами. Поэтому при ливнях и бурном снеготаянии вода не умещается в естественном русле, выходит из «берегов» и затопляет все пониженные участки.

Во многих селах прямо на пути временных водотоков построены различные сооружения (гаражи, хлевы, разделительные стены между частными владениями), а для стока воды под ними проложены трубы диаметром 0,5м, которые, естественно, не справляются со своей задачей при увеличении объема воды.

На составленной нами карте опасности и риска выделены все проблемные участки и даны рекомендации по защите от селей и паводков.



## **Методологические основы организации мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, инициированных селевыми потоками, в творческом наследии С.М. Флейшмана**

**Болов В.Р., Мочалов В.П.**

*Центр «Антистихия» МЧС России, Москва, Россия*

## **Methodological basis for organization of monitoring and forecast of the emergency situations initiated by mudflows, in S. M. Fleishman's creative heritage**

**Bolov V.R., Mochalov V.P.**

*Center "Antistikhia" of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia*

Разделяя исключительную значимость творческого наследия С.М. Флейшмана, следует выделить обозначенные им научно-практические приоритеты, такие как корректировка существующих и создание принципиально новых методов расчёта и проектирования противоселевых сооружений, склоноукрепляющих, руслостабилизирующих и профилактических мероприятий и создание на их основе нормативных документов для противоселевого проектирования.

В своих работах ученый подчёркивал необходимость комплексного решения научно-практических задач, на основе совершенствования методологии прогнозирования селей ливневого, гляциального и смешанного генезиса, создания карт и каталогов селевых бассейнов, разработки и внедрения инструментальных способов мониторинга, с применением автоматических систем аварийной сигнализации при прохождении селевых потоков.

Мониторинг параметров экзогенно-динамических процессов, способствующих возникновению селевых потоков, по мнению С.М. Флейшмана, мог быть организован с помощью комплексных специализированных станций по изучению гидрометеорологического режима и контролю за инженерно-геологическими условиями, приводящими к формированию селей. До настоящего времени, к сожалению, на территории России нет ни одной подобной станции.

Такие станции могли бы обеспечить мониторинг окружающей среды, в бассейнах с активным развитием экзогенно-динамических процессов (селевые потоки, снежные лавины, оползни, карст, суффозия и др.). Это позволит получать полную и объективную информацию для расчётов и краткосрочных прогнозов везде, где существует реальная угроза населению и объектам экономики при возможном возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС).

В современных условиях сложного межведомственного взаимодействия в рамках Российской единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), идея С.М. Флейшмана по созданию специализированных станций, с учетом необходимости заблаговременного оповещения и своевременного реагирования на ЧС, приобретает реальную актуальность. Очевидно, что подобные станции следует оборудовать дистанционной измерительной техникой и средствами связи, обеспечивающими передачу параметров контролируемых экзогенно-динамических





процессов. в реальном времени. Эта информация должна поступать в Росгидромет России, и специализированные подразделения МЧС России, занимающиеся прогнозированием, снижением рисков и угроз возникновения ЧС.

Функционирование таких станций должна осуществляться на единой методологической основе мониторинга экзогенно-динамических процессов и хозяйственной деятельности, приводящих к ЧС на данной территории.

Подобный системный подход позволяет заложить методологическую основу для краткосрочного прогнозирования селей дождевого генезиса, основанную преимущественно на параметрах синоптической и метеорологической обстановки в селеопасных районах; морфометрии селевых бассейнов; предшествующего увлажнения почв и грунтов; запасов влаги в русловой гидрографической сети, озёрах, водохранилищах; реологических и физико-механических свойств селеформирующих грунтов.

Основы методики составления краткосрочных прогнозов селей гляциального генезиса заложил Ю.Б. Виноградов. Эта непростая тема нашла свое отражение во втором издании монографии С.М. Флейшмана «Сели». К источникам водной составляющей селевых потоков отнесены прорывные паводки, возникающие при разрушении перемычек морено-ледниковых озёр, или при спонтанном прорыве внутриледниковых емкостей. Наиболее благоприятные условия для формирования гляциальных селей возникают в июле-августе, когда уровень нулевой изотермы в течение продолжительного времени превышает верхнюю границу морено-ледниковых комплексов. Индикаторами потенциальных прорывных паводков могут служить аномальные отклонения в режиме внутрисуточного ледникового стока.

Особое место в реализации общегосударственных мероприятий по практическому применению научного наследия С.М. Флейшмана занимает необходимость дальнейшего развития инженерной противоселевой защиты населения и территорий.

## **Нивально-гляциальные процессы (сели) Месхетского хребта (Юго-Западная Грузия) и их отражение в современном рельефе**

**Бондырев И.В.**

*Институт географии имени Вахушти, Тбилисский государственный университет  
имени Ив. Джавахишвили, Тбилиси, Грузия*

## **Nival-glacial processes (mudflows) of the Meskheta ridge (South-West Georgia) and their reflection in the modern landscape**

**Bondyrev I.V.**

*Vakhushti Institute of Geography, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi,  
Georgia*

Район исследований расположен на самом западе горных цепей Малого Кавказа, всецело подчиняясь влиянию влажного субтропического климата. На основе полевых



исследований и анализа космических снимков Google (2006) были изучены особенности формирования мезо – микрорельефа данной территории. Были выявлены как огромные ледниковые валуны-останцы, так и троговые долины с мощными отложениями флювиогляциально-селевого характера. Особенности геологического строения, характер рельефа и климатические условия исследуемой территории способствуют развитию процессов перигляциального морфогенеза, обуславливающего выполаживание рельефа со скоростью около 0,56 мм/год, то есть 0,56 м за столетие. Описаны особенности расположения многочисленных снежников-перелетков, и их роль в моделировании современного рельефа данной территории. Установлено, что за период голоцена, лишь в результате нивации был снесен слой пород мощностью в 56 м.

## **Механизмы образования вулканогенных селей на вулканах Ключевской и Шивелуч, Камчатка**

**Бричевский А.С., Черноморец С.С.**

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

## **Mechanisms of volcanogenic debris flow formation on Klyuchevskoy and Shiveluch volcanoes, Kamchatka**

**Brichevsky A.S., Chernomorets S.S.**

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

Работа направлена на обработку данных по вулканогенным селям Камчатки результатов полевых работ на вулканах Ключевской и Шивелуч.

Были изучены механизмы образования вулканогенных селей различного генезиса, описаны факторы формирования лахаров, составлены 19 схем и база данных с хронологией вулканогенных селей на действующих вулканах Камчатки.

Отдельно для вулканов Ключевской и Шивелуч описана динамика потоков по наиболее активным селевым руслам. Проведен гранулометрический анализ тонких фракций, результат дал возможность идентифицировать отложения лахаров.



## **Краткосрочное прогнозирование селевой опасности с применением нейросетевых технологий**

**Великанова Л.И.**

*Институт автоматизации и информационных технологий НАН КР, Бишкек,  
Кыргызстан*

## **Short-term forecasting of debris-flow hazard using neural networks**

**Velikanova L.I.**

*Institute of Automation and Information Technology, National Academy of Sciences,  
Bishkek, Kyrgyzstan*

Как правило, селеопасная ситуация в горных районах возникает в период жаркой погоды с прохождением ливневых дождей. При прогнозировании селевых явлений сложного гляциально-ливневого генезиса зависимость между погодными явлениями и вероятностью схода селя настолько сложная, что описать ее с помощью математического аппарата с достаточной степенью точности на современном этапе развития науки не удастся. В качестве перспективных методов прогноза селевой опасности можно указать на возможность применения технологии нейронных сетей. Такой подход используется при отсутствии возможности в деталях описать сложные геопространственные явления.

Способности нейронной сети к прогнозированию напрямую следуют из ее способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений и/или каких-то существующих в настоящий момент факторов. Обучающий набор представляет собой набор данных наблюдений, для которых указаны значения входных и выходных переменных.

Кроме того, нейронные сети обладают возможностью «доучивания» их при поступлении новых данных или «переучивания» для обработки данных из другого региона.

Проблема прогнозирования паводковой и селевой опасности может быть успешно решена путем выявления системы индикаторов гидрологических ситуаций и разработки на их основе технологий прогноза с применением нейросетевых моделей. В данной работе исследуется возможность краткосрочного прогнозирования вероятности прохождения селя в горных реках.

Из множества параметров, влияющих на возникновение селевой опасности, для обучения нейронной сети были выбраны наиболее значимые информативные характеристики: расходы воды в реке, температура и влажность воздуха, количество осадков с учетом предыстории прогнозируемого периода.

Для создания обучающего набора данных были проанализированы условия формирования паводков и селей в бассейне горной реки Ала-Арча, расположенной в зоне Киргизского хребта, по данным гидрометеослужбы в период с 1953 г. по 2008 г. Катастрофические паводки и сели случаются довольно редко, и данных наблюдения бывает недостаточно для обучения нейронных сетей. В связи с этим было разработано



виртуальное обучающее множество на базе данных наблюдений с шумами различных дисперсий.

Прогнозирование паводковой и селевой опасности осуществляется в два этапа.

На первом этапе создается и обучается нейронная сеть, прогнозирующая максимальный ( $Q_{max}$ ) и среднесуточный ( $Q_{cp}$ ) расходы воды в контролируемом створе с заблаговременностью  $N$  суток. Результат прогноза наряду с другими данными является входной информацией для нейросети, осуществляющей прогноз вероятности схода селя в течение прогнозируемого периода.

Алгоритм краткосрочного прогнозирования вероятности схода селя на основе метеорологических и гидрологических данных с заблаговременностью одни сутки заключается в выполнении следующих действий:

Определение подсистемы информативных селеобразующих характеристик. На ее основе определение структуры входных и выходных сигналов нейросети.

Создание виртуального обучающего множества на основе данных натуральных наблюдений.

Выбор типа, архитектуры, алгоритмов обучения и других параметров нейросети.

Обучение нейросети.

Тестирование обученной нейросети на контрольном и тестовом множествах.

Последовательно вытесняя самые ранние данные наблюдения и применяя прогноз гидрометеослужбы и моделированные значения  $Q_{max}$  и  $Q_{cp}$ , можно получать прогноз селевой опасности на интервале времени до  $N$  суток.

Значительное количество факторов, участвующих в селеобразовании, и сложный характер их взаимодействия на данной стадии изученности явления исключают возможность точного прогноза селевой опасности. Однако включение в обучающие множества новых параметров по мере их получения в процессе мониторинга позволит значительно повысить точность прогноза.

## **Соотношение русловых и селевых процессов в формировании горных рек Приэльбрусья**

**Виноградова Н.Н., Крыленко И.В., Чалов Р.С.**

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

## **The balance of river channel processes and debris flows in formation of the mountain rivers in the vicinity of Mt. Elbrus**

**Vinogradova N.N., Krylenko I.V., Chalov R.S.**

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

Исследования руслоформирующей деятельности горных рек Приэльбрусья проводились в течение 2000-2010 гг. на примере верхнего течения р. Баксана от истока до г. Тырныауза. Баксан принимает значительное число притоков, большинство из которых берут начало в ледниковой зоне на высотах более 3000 м. Относительная



площадь оледенения в бассейнах рек изменяется от 3 до 60 %. Отмечаемая в настоящее время деградация оледенения проявляется в отступании ледников, таянии многолетней мерзлоты в рыхлых моренных отложениях, формировании новых ледниковых озер. Все это указывает на неустойчивость ледниковых моренных комплексов, увеличение вероятности возникновения гляциальных селей и интенсификации экзогенных процессов.

Река Баксан, как и другие горные реки, характеризуется большими уклонами русла, преобладанием невыработанного ступенчатого продольного профиля, высокой транспортирующей способностью потока, валунно-галечным составом руслообразующих наносов. Основными факторами руслоформирования на рассматриваемом участке являются геолого-геоморфологическое строение долины и различные экзогенные процессы: склоновые (обвально-осыпные, сели, лавины), деятельность ледников. Они обеспечивают поступление твердого материала в реку, формируют рельеф дна долины, влияют на русловой режим и транспорт наносов. Особая роль в формировании и динамике русла Баксана принадлежит селям, проходящим на впадающих в него более 30 селевых притоках. Воздействие селей на русло Баксана зависит от уклонов и морфологии долины, объемов и частоты селевых выносов, гидрологического и руслового режима принимающей реки, состава селевых и руслообразующих наносов. По этим показателям на Баксане выделяются четыре типа селевых узлов слияния, которые различаются по характеру воздействия селей на русло.

Особенности формирования русел горных рек Приэльбрусья во многом определяются чередованием селевых и межселевых периодов. В селевой период основная роль в руслоформировании принадлежит селям и селевым паводкам, которые значительно деформируют русло. Однако влияние селей неоднозначно проявляется на различных участках реки. На высокогорном участке Баксана протяженностью 10 км от истока водные потоки сортируют селевой материал и формируют русловой рельеф (гряды, побочки, осередки) в пределах форм, образованных селевой деятельностью. Геолого-геоморфологическое строение долины выступает здесь как мощный ограничивающий фактор, определяющий ширину долины и основные ступени продольного профиля. Ниже по течению, по мере снижения интенсивности воздействия на русло экзогенных процессов и увеличения водоносности реки, роль русловых процессов в формировании русла быстро увеличивается.

При прохождении селей на притоках в местах их впадения в Баксан обычно формируются селевые запруды, выше которых происходит аккумуляция наносов. Она наблюдается и в расширениях дна долины, куда поступают наносы с вышележащих участков реки. Существовавшие до прохождения селя элементы руслового рельефа (русло, пойма, иногда и террасы) либо перекрываются селевыми отложениями, либо разрушаются. Влияние селевых притоков на формирование и динамику русла Баксана наиболее ощутимо в устьях притоков с относительно частыми селепроявлениями и наибольшими единовременными объемами выноса селевого материала (Кубасанты и Герхожансу). Здесь образуется селевой конус выноса и выраженный перегиб продольного профиля принимающей реки с формированием в ее русле трех характерных участков: подпора, непосредственного воздействия и переработки селевых отложений, выносимых вниз по течению.

Участок подпора выше конуса выноса селевых отложений характеризуется выполаживанием продольного профиля, аккумуляцией наносов, поступающих по реке с вышележащего участка, формированием широкопойменного, разветвленного на рукава русла. Ниже участка подпора, непосредственно в пределах селевого конуса, наблюдается резкий перегиб продольного профиля и значительное (в 2-5 раз выше фоновых) увеличение уклонов. При прохождении мощных селей происходит захоронение старого и возникновение нового блуждающего невыработанного русла,



высотные отметки которого выше, чем у доселевого. По длине участка переработки селевых отложений происходит уменьшение уклонов до фоновых. Отличительной особенностью участка является наличие разноуровневных русловых аккумулятивных образований и их активная переработка потоком.

В межселевой период при постепенном врезании русла водный поток сортирует отложившийся селевой материал и структурирует его, создавая на более низком уровне специфические аллювиально-селевые формы рельефа: гряды, побочни, осередки. На высокогорном участке в результате частой миграции русла в пределах пояса руслоформирования они встречаются по всей его ширине, хаотически чередуясь с селевыми и другими формами рельефа. Чем более продолжителен межселевой период, тем более выраженным становится русловой рельеф, формирующийся водным потоком - в русле Баксана образуются пологие свободные излуины, возникает примитивная дифференциация русла на перекааты и короткие плесовые лощины.

Высокая степень обусловленности руслоформирующих процессов геолого-геоморфологическим строением долины, высокая транспортирующая способность речного потока в течение более или менее длительного (от 7 до 25 лет) межселевого периода приводят к восстановлению русла, существовавшего до прохождения селей. Воздействие русловых и селевых процессов на формирование русел горных рек необходимо учитывать при прогнозе их развития и расчете стока влекомых наносов.

## **Селевые процессы в бассейне Мзымты**

**Волосухин В.А.<sup>1</sup>, Титоренко А.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Академия безопасности гидротехнических сооружений, Новочеркасск, Россия*

<sup>2</sup>*Новочеркасская государственная мелиоративная академия», Новочеркасск, Россия*

## **Mudflow processes in the Mzymta River basin**

**Volosukhin V.A., Titorenko A.I.**

<sup>1</sup>*Academy of Safety of Hydraulic Engineering Constructions, Novocherkassk, Russia*

<sup>2</sup>*Novocherkassk State Land Reclamation Academy, Novocherkassk, Russia*

Актуальным вопросом является бурное развитие Черноморского побережья, а именно активное строительство спортивных Олимпийских объектов. Рассматривается ситуация, сложившаяся в бассейне р. Мзымта.

Река берет начало на южном склоне Главного Кавказского хребта в районе горы Люуб, высота 2980 м. Обладает длиной 89 км, площадью водосбора 885 км<sup>2</sup>, средним уклоном 27 ‰, средней высотой водосбора 1309 м. На водосборе 53 озера, общей площадью 0,68 км<sup>2</sup>, коэффициент озёрности 0,08 ‰. Густота речной сети 1,16 км/км<sup>2</sup>.

Режим стока р. Мзымта изменяется от 150 м<sup>3</sup>/с (июнь, декабрь) до 15 м<sup>3</sup>/с (февраль, август). Для метеопоста в п. Красная Поляна наибольшие расходы 301 м<sup>3</sup>/с,



наименьший 5,48 м<sup>3</sup>/с. Запас воды в снеге, который формирует поверхностный сток, в Красной Поляне колеблется от 42 до 426 мм, а в Ачишхо 1626-2610 мм. Количество влекомых наносов на р. Мзымта составляет около 50 %. Река Мзымта относится к рекам с весенне-летним половодьем. Среднегодовой расход р. Мзымта в п. Красная Поляна — 33,5 м<sup>3</sup>/с, в п. Кепш — 44,4 м<sup>3</sup>/с. Среднегодовой сток реки Мзымта в п. Красная Поляна — 1,06 км<sup>3</sup>, в п. Кепш — 1,40 км<sup>3</sup>. Модуль стока изменяется от 65,7 л/(с км<sup>2</sup>) (п. Красная Поляна) до 55,6 л/(с км<sup>2</sup>) (п. Кепш).

В бассейне реки, разными авторами отмечается более 100 селевых русел. По генезису потоки делятся примерно пополам на дождевые и смешанные (снегодождевые) сели. Объемы единовременных выносов твердой составляющей 100–100000 м<sup>3</sup>. По составу твердой составляющей: грязекаменные сели 48 %; смешанные, переходящие в наносоводные 30 %; наносоводные 22 %. Повторяемость прохождения селей колеблется в широком диапазоне от 1 раза в 5 лет, до 1 раза в 50 лет.

Общая длина селевых русел в бассейне составляет 244 км. Из них самое длинное р. Лаура — 20 км, самое короткое 0,6 км. Средняя длина селевых русел 5 км.

Авторами произведен подробный анализ селевой активности в бассейне реки Мзымта. В ходе многочисленных командировок в район строительства спортивных Олимпийских объектов в рамках подготовки города Сочи к играм 2014 г. Были исследованы основные селевые русла и бассейны, по результатам которых составлена карта бассейна р. Мзымта с районированием селеопасных зон, а так же территорий в которых селевая активность не наблюдается или развита незначительно.

Бассейн реки был разбит на 14 районов, 9 селеопасных и 5 с незначительными проявлениями или отсутствием селевой активности.

## **Селезащитные сооружения из утилизированных автомобильных покрышек**

**Габиров Ф.Г., Оджагов Г.О., Габирова Л.Ф., Сафарова Н.А., Мамедли Р.А.**

*Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет,  
Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Строительства и  
Архитектуры, Баку, Азербайджан*

### **Anti-mudflow constructions made of used tires**

**Gabibov F.G., Odjagov H.O., Gabibova L.F., Safarova N.A., Mamedli R.A.**

*Azerbaijan University of Architecture and Design, Baku, Azerbaijan  
Azerbaijan Research Institute of Building and Architecture, Baku, Azerbaijan*

Основным, наиболее массовым видом отходов общественного потребления являются утилизированные автомобильные покрышки. В мире на производство автомобильных покрышек расходуется половина производимых синтетических и натуральных каучуков.



Объем образования утилизированных автомобильных покрышек огромен, например в США их образуется до 18 млн. т в год.

Одним из эффективных, с конструкторской и экологической точек зрения, методов повторного использования утилизированных автомобильных покрышек с металлокордом является использование их в гидротехническом и природоохранном строительстве.

Утилизированные автомобильные покрышки используются при устройстве искусственных рифов, укреплении склонов, подпорных сооружений и других конструкций.

Немало конструкторских разработок селезащитных сооружений с использованием утилизированных автопокрышек.

Авторами проанализированы 18 конструкций селезащитных сооружений, разработанных азербайджанскими, казахстанскими, грузинскими и российскими инженерами, в которых использованы утилизированные автопокрышки.

Эти конструкции селезащитных сооружений можно разделить на 4 группы:

1) селезащитные сооружения, в которых утилизированные автопокрышки используются как амортизирующие и демпферные элементы;

2) селезащитные сооружения, в которых конструкции в основном состоят из утилизированных автопокрышек, соединенных в блоки гибкими тросами и фиксаторами;

3) селезащитные сооружения, в которых утилизированные автопокрышки различным образом нанизаны на стойки забитые в ложе русла или укреплены на фундаменте;

4) сложные селезащитные сооружения, в которых утилизированные автопокрышки совместно с горизонтальными и вертикальными балками, а также заанкерованными гибкими связями работают как проницаемые подпорно-деформируемые конструкции.

Как показали исследования, несмотря на простоту, селезащитные конструкции, в которых используются утилизированные покрышки, требуют тщательного расчета. Особенно это относится к конструкциям второй и четвертой групп.

Наиболее просты и надежны селезащитные конструкции третьей группы.

Оригинальные геометрические и механические характеристики утилизированных автопокрышек, а также их многообразие открывают перед инженерами перспективы создания новых селезащитных конструкций, решающих природоохранные и инженерно-экологические задачи.





## **Об инженерных методах предотвращения катастрофических прорывов плотин озёр, образовавшихся при сейсмотектонических процессах**

**Габибов Ф.Г., Оджагов Г.О., Баят Х.Р.**

*Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет, Баку,  
Азербайджан*

*Зенджанский технический университет, Зенджан, Иран*

## **About engineering methods for preventing disastrous destruction of lake dams formed by seismotectonic processes**

**Gabibov F.G., Odjagov H.O., Bayat H.R.**

*Azerbaijan University of Architecture and Design, Baku, Azerbaijan*

*Zanjan Technical University, Zanjan, Iran*

Катастрофические землетрясения в горных территориях, и вызванные ими крупные обвалы и оползни в отдельных случаях перекрывают горные реки и способствуют образованию горных озёр. К примеру при катастрофическом Гянджинском землетрясении (Азербайджан) 1139 года из-за обрушения горы Кяпаз образовалось озеро Гел-гель, которое сейчас является природной «жемчужиной» Азербайджана. Здесь река нашла естественный путь вытекания избыточной воды из озера и перелива через естественную перемычку не происходит. Но этот случай является редким исключением.

Большинство сейсмотектонических обвалов и оползней приводит к образованию прорывных селей, или создают потенциально накапливающуюся опасность образования прорывного катастрофического селя. Здесь примером может служить Сарезское озеро, образовавшееся на Памире. В 1911 г. Усойский завал объёмом 2,2 км<sup>3</sup> привел к образованию этого озера. О потенциально возможном прорыве Сарезское озеро с образованием крупной селевой катастрофы до сих пор не прекращаются дискуссии специалистов.

Надо также отметить ледниковые озера в Непале и Бутане. Так прорыв моренной плотины озера Диг Шо (Непал) в 1985 г. привел к разрушению гидроэлектростанции и более десятка мостов. Эта катастрофа сопровождалась многочисленными человеческими жертвами. Последние исследования выявили в Непале и Бутане более двух тысяч ледниковых озёр, из которых 20 озёр отнесены к объектам с высокой вероятностью прорыва.

На севере Ирана в результате Гилан - Зенджанского землетрясения (июнь 1990 г.) в результате оползней и обвалов образовались два озера. В районе Джалилабада образовалось небольшое озеро глубиной 10 м, которое стабильно. Река естественным образом вытекает из озера и перелива через естественную перемычку не происходит.

Более крупное озеро образовалось около населенного пункта Баклор. Естественная плотина была из крупнообломочного материала, но сохранялась опасность перелива через плотину накапливающейся воды образовавшегося озера и



образования в дальнейшего прорывного селя. Иранскими специалистами оперативно были проведены проектные работы, в результате которых естественная плотина была доработана, укреплена и снабжена надежным дренажем. Накапливающаяся вода с поверхностной части озера откачивается насосами и используется для водоснабжения небольшого города Аббар. Надо отметить, что все затраты связанные с вышеуказанными гидротехническими работами полностью окупаются услугами по водоснабжению качественно чистой водой г. Аббар.

Разработаны взрывные технологии создания каналов через озерные перемычки или плотины. Авторами разработаны методы прокладки трубных выводов на предельных уровнях перемычек и плотин сейсмостектонических и ледниковых озер.

Предложены инженерные методы отбора так называемого катастрофического объема воды из образовавшихся озер, в которых используются специальные сифонные устройства. Эти методы отличаются экономической эффективностью.

## **Современные мероприятия по борьбе с селями и разработка методологии для их проектирования**

**Гавардашвили Г.В.**

*Институт водного хозяйства Грузинского технического университета, Тбилиси,  
Грузия*

## **The modern debris-flow mitigation measures and development of their design methodology**

**Gavardashvili G.V.**

*Water Management Institute of Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia*

Дано оценка природных катастроф в Грузии, в том числе вопросы ослабления риска и последствий селевых явлений на основе анализа международных базисных документов.

Отмечено, что к началу XX века селевые явления в Грузии зафиксированы в водостоках и оврагах (до 3000), в основном, первого и второго порядка, в ареале риска которых находится 2 млн. га площади страны. Под угрозой риска селей находится значительная часть населения гор и предгорий. Проведена оценка суммарных данных человеческих жертв и материального ущерба за 1995–2009 гг. в результате воздействия селей в Грузии.

Разработаны новые конструкции различных типов противоселевых сооружений, приоритет научно-технической новизны которых защищен 14 авторскими и патентными свидетельствами.

На основе анализа многолетних (1981–2011 гг.) полевых и лабораторных исследований разработана методология, при использовании которой возможно проектирование вышеупомянутых сооружений с учетом надежности работы соответствующих конструкций и риска выхода их из строя.



## **Условия формирования и периодичность массового селеобразования в Восточно-Сахалинских горах (о. Сахалин)**

**Генсиоровский Ю.В.<sup>1</sup>, Казаков Н.А.<sup>1</sup>, Жируев С.П.<sup>1</sup>, Окопный В.И.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия,*

<sup>2</sup>*АНО НИЦ «Геодинамика», Южно-Сахалинск, Россия*

## **Formation conditions and periodicity of mass debris-flow occurrence in the East-Sakhalin Mountains (Sakhalin Island)**

**Gensiorovskiy Y.V.<sup>1</sup>, Kazakov N.A.<sup>1</sup>, Zhiruev S.P.<sup>1</sup>, Okopny V.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences,  
Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

<sup>2</sup>*Geodinamika, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

Одним из наименее изученных районов о. Сахалин в селевом отношении являются Восточно-Сахалинские горы. Это обусловлено удаленностью района и его малой освоенностью. Работы по изучению селей проводились экспедиционно, с большими перерывами, регулярных наблюдений не велось. Условия селеобразования и его периодичность в Восточно-Сахалинских горах изучены недостаточно.

Образование селевых потоков в рассматриваемом районе определяется тремя факторами: 1. сильно расчлененным горным рельефом; 2. наличием на склонах и руслах водотоков большого количества рыхлообломочного материала, служащего твердой составляющей для формирования селевых потоков (его подготовка происходит главным образом в результате выветривания горных пород и интенсивной лавинной деятельностью); 3. обильными осадками в летне-осенний период, приводящим к формированию интенсивного стока и как следствие вовлечению и перемещению по руслам и склонам рыхлообломочного материала.

Твердая составляющая селей формируется в основном за счет осыпей, обвалов, эрозии, оползней и древесины, вынесенной снежными лавинами. Древесный материал, отложенный в днищах долин, образует завалы и заломы в руслах, что вызывает подпруживание и придает движению селя пульсирующий характер.

Преобладающие горные породы в очагах зарождения селей – сланцы, туфогенные песчаники и яшмоиды. Мощность современных элювиально-делювиальных отложений на склонах невелика (около 2 м). Генезис селей – дождевой и снеготаяния. Период формирования селей в Восточно-Сахалинских горах – с июня по сентябрь. В августе – сентябре над рассматриваемым районом возможно прохождение глубоких циклонов, вызывающих интенсивные дожди (200 мм/сутки и более). Выпадение осадков с такой интенсивностью обуславливает переувлажнение грунтов в потенциальных селевых массивах и вызывает формирование селей. Во время таких явлений вероятно массовое селеформирование (последний наблюдаемый случай - сентябрь 2009 года). Повторяемость крупных русловых селей 1 раз в 35-45 лет, мелких, склоновых – 4-5 лет.



## **Приблизительная оценка скорости подготовки материала к выносу с поверхности горного речного бассейна**

**Глазырин Г.Е.**

*<sup>1</sup>Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан*

## **Approximate estimation of the speed of weathered material preparation to washing out from the surface of a mountain river basin**

**Glazirin G.E.**

*<sup>1</sup>National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

Одним из важных факторов, определяющих селевую активность горных рек и их твердый сток, является скорость выветривания - подготовки материала в их бассейнах к выносу водой. На важность этого процесса указывает, например, хорошо известный петлеобразный вид зависимостей твердого стока рек от жидкого: в весенний период твердый сток (мутность) существенно выше при тех же расходах воды, чем на спаде гидрографа осенью. Непосредственно измерить скорость этого процесса трудно или даже невозможно, однако косвенная оценка может быть сделана именно по связи твердого и жидкого стока. Допустим, что выветривание идет в двух накладывающихся один на другой режимах: во-первых, постоянное монотонное разрушение горных пород, во-вторых, добавочное, вызванное поступлением воды на водосбор. Вынос же материала – твердый сток – зависит от расхода воды и количества накопившегося на поверхности водосбора рыхлого материала. В работе предлагается довольно примитивная модель, описывающая этот процесс при некоторых, на наш взгляд, разумных допущениях.

Важной проблемой в любых расчетах, связанных с твердым стоком, является низкое качество его измерений и дальнейших расчетов. По этой причине мы использовали только средние месячные величины, но даже они оцениваются с очень большими ошибками. Поэтому и результаты нашего моделирования можно считать лишь приблизительными.

Расчет был сделан для нескольких годовых гидрологических циклов горной реки Угам (Западный Тянь-Шань). Полученный внутригодовой ход накопления рыхлого материала выглядит весьма разумным, кроме того, результаты могут быть улучшены, если ввести в модель дополнительную, главным образом, метеорологическую информацию.



## **Лахары на вулкане Пик Сарычева (Курилы, извержение 2009 г.), и их воздействие на окружающую среду**

**Гришин С.Ю.**

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия*

## **Lahars on the Sarychev Peak volcano (Kuril Islands, the 2009 eruption) and their impact on the environment**

**Grishin S.Y.**

*Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, Vladivostok, Russia*

В ходе мощного извержения вулкана Пик Сарычева на небольшом (6 x 12 км) о-ве Матуа 12-16 июня 2009 г. было извергнуто большое количество пирокластики, которая перекрыла склоны вулкана и вызвала поражение экосистем (Гришин и др., 2010). Лахары образовались в результате воздействия раскаленных пирокластических потоков и волн на снеговой покров. В августе 2010 г. удалось кратко обследовать последствия прохождения 4 лахаров по склонам юго-восточного сектора вулкана. Наиболее полно характерные черты лахара были выражены на самом крупном из них, длина которого в зоне транзита и аккумуляции достигала 4 км.

Для острова характерно высокое количество осадков – 1223 мм/год. Судя по спутниковому снимку от 31.05.2009 г., перед извержением до 3/4 остатков снегового покрова вулкана располагалось на склонах его юго-восточной половины. Ширина снежников достигала 400 м, длина доходила до 2-3 км. Запас снега в зоне схода данного лахара к началу извержения был около 0.7 млн м<sup>3</sup>. При высокой или максимальной плотности тающего снега 0,6-0,75 т/м<sup>3</sup>, запас воды в этой зоне был около 0,4-0,5 млн м<sup>3</sup>.

Шлаковые пирокластические потоки узкими полосами достигли высоты 450 м, перекрыв снежники на склоне и в русле. Пирокластические волны широкими фронтами прошли по прилегающим к руслам склонам. Раскалённая пирокластика вызвала бурное таяние снега. Сформировавшаяся селевая масса состояла, очевидно, как из свежих вулканических продуктов, так и ранее извергнутых вулканитов, покрывавших склоны конуса, а также находящихся в зоне транзита лахара. В зоне питания и верхней зоне транзита, где угол падения превышал 15°, лахар разогнался до большой скорости. Если в верхней части зоны транзита высота заплесков не превышала 3-6 м над современным дном русла, то в местах поворотов высота заплесков взлетала до 10-15 м. Масса потока сдирала рыхлый грунт, почвенный и растительный покровы, обнажая местами склоны до скальных выходов. Подвергшиеся воздействию склоны и деформированные останки древесной растительности являются четким индикатором интенсивности воздействия лахара.

Поток перенес и отложил, оценочно, около 0.3-0.4 млн м<sup>3</sup> твердого материала – преимущественно представленного слабосвязанным шлаком, мелкоземом и мелкими валунами. Мощность отложений составила около 1 м в зоне аккумуляции, и до 2-3 м в узкой осевой части русла в зоне транзита. Основная масса материала лахара отложилась в зоне аккумуляции. До извержения растительный покров юго-восточного склона приблизительно до 500 м н.у.м. состоял из стлаников, местами с участками



горных лугов. Путь лахара в зоне транзита лег по старому, заросшему ольховником руслу. Лахар уничтожил растительность в русле ручья и на пологой равнине, где растеклись веером отложения конуса выноса потока. Восстановление растительности в зоне прохождения лахаров займет, по-видимому, не более 50-70 лет, поскольку в этот период новые нарушения от прохождения мощных водных или водно-грязевых потоков маловероятны. Однако эрозионные процессы в зоне нарушений могут замедлять процессы восстановления.

## **О селях 2011 года на северном склоне Центрального Кавказа**

**Докукин М.Д.<sup>1</sup>, Черноморец С.С.<sup>2</sup>, Сейнова И.Б.<sup>3</sup>, Богаченко Е.М.<sup>4</sup>,  
Савернюк Е.А.<sup>1</sup>, Тутубалина О. В.<sup>2</sup>, Дробышев В.Н.<sup>5</sup>, Феоктистова И. Г.<sup>4</sup>,  
Михайлов В.О.<sup>2</sup>, Колычев А.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
географический факультет, Москва, Россия*

<sup>3</sup>*Университетский центр инженерной геодинамики и мониторинга, Нальчик,  
Россия*

<sup>4</sup>*Кабардино-Балкарский республиканский центр по гидрометеорологии и  
мониторингу окружающей среды, Нальчик, Россия*

<sup>5</sup>*Владикавказский научный центр Российской академии наук и Правительства  
РСО-Алания (ВНЦ РАН), Владикавказ, Россия*

## **The 2011 debris flows on the northern slope of the Central Caucasus**

**Dokukin M.D.<sup>1</sup>, Chernomorets S.S.<sup>2</sup>, Seynova I.B.<sup>3</sup>, Bogachenko E.M.<sup>4</sup>,  
Savernyuk E.A.<sup>1</sup>, Tutubalina O.V.<sup>2</sup>, Drobyshev V.N.<sup>5</sup>, Feoktistova I.G.<sup>4</sup>,  
Mikhailov V.O.<sup>2</sup>, Kolychev A.G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia*

<sup>2</sup>*M.V.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

<sup>3</sup>*University Centre for Engineering Geodynamics and Monitoring, Nalchik, Russia*

<sup>4</sup>*Kabardino-Balkarian Center for Hydrometeorology and Monitoring of the  
Environment, Nalchik, Russia*

<sup>5</sup>*Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and of the  
Government of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Russia*

В 2011 году в июле и августе произошёл сход ливневых, ливнево-гляциальных и гляциальных селей на территории республик Северного Кавказа – Кабардино-Балкария и Северная Осетия-Алания на склонах Скалистого и Бокового хребтов в бассейнах рек Баксан, Чегем, Черек, Ардон, Фиагдон. Селевые потоки были вызваны ливнями, аномальным таянием ледников при повышенном температурном фоне, а также



прорывом озера. Ливневые осадки, послужившие триггерным механизмом большинства селей, зафиксированы на метеостанциях, гидропостах и локаторах.

В результате дешифрирования космических снимков Spot 4 (2010 г.) и Spot 5, EROS-B (2011 г.) был выявлены ареалы схода селей в бассейнах рек Баксан, Чегем, Черек и площади селевых отложений. В ходе маршрутных и аэровизуальных обследований были определены параметры селевых потоков.

Самые значительные сели с объемами выносов более 100 тыс. м<sup>3</sup> прошли по долинам рек Герхожан-Су, Куллумкол-Су (бассейн р. Баксан), Гюльчи-Су (бассейн р. Черек Балкарский). Сели объемом выноса более 10 тыс. м<sup>3</sup> отмечены в долинах рек Адай-Су (бассейн р. Чегем), Нарталы (бассейн р. Черек Безенгийский), Циркли и Тарташла (бассейн р. Черек Балкарский), Азау (бассейн р. Баксан).

Материалом селевых потоков послужили гляциальные и коллювиально-гляциальные отложения, а также коллювиальные отложения скальных кулуаров, осыпных шлейфов, обвалов и оползней, делювиально-коллювиальные отложения склонов.

Сходом селевых потоков был причинён значительный ущерб в результате заноса селевыми отложениями автомобильных дорог и участков зон отдыха, прорывов газопровода и водопровода; разрушения опор ЛЭП и газопровода, полотна дорог, временных построек и блокирования транспортного сообщения населённых пунктов и рекреационных зон.

## **Наступание ледников в конце XX века как фактор активизации гляциальных селевых процессов (Центральный Кавказ)**

**Докукин М.Д., Савернюк Е.А.**

*Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия*

## **Glacial advance in the Central Caucasus in the late 20<sup>th</sup> century as a factor of increase of the glacial debris flow activity**

**Dokukin M.D., Savernyuk E.A.**

*High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia*

При изучении динамики ледниково-моренных комплексов, являющихся очагами гляциальных селей, авторы выявили, что значительное количество селепроявлений начала XXI века было подготовлено наступанием ледников в недавнем прошлом. В литературе отмечены факты наступания в конце XX века ледников Эльбруса (Уллукам, Битюктыбе, Уллучиран, Карачаул, Уллумалиендерку, Микельчиран, Чунгурчатчиран, Бирджалычиран и Терскол), а также ледников Джанкуат, №95 в долине р. Тютю-Су, Каяартыбаши и №106 в бассейне р. Герхожан-Су в Баксанском ущелье.

Нами выявлен длительный период наступания восточного языка ледника Каяартыбаши, продолжавшийся с начала 70-х по конец 90-х годов с максимальной амплитудой продвижения левой части до 185 м. Для западного языка установлено два



периода активизации с меньшей амплитудой: 1) конец 70-х – начало 80-х годов, 2) конец 80-х – начало 90-х годов. Две фазы наступания в начале 80-х и в 90-х годах выявлены для ледника Башкара. Устойчивое наступание в течение 80-х и 90-х годов отмечено для ледников Чегеткарачиран (Донгузорун) – 115 м и Восточный Курмы (№ 67) – 85 м.

Ледник Бирджалычиран кроме наступания по фронту до 160 м (данные Е. А. Золотарёва), отклонил гряды срединной морены, ограничивающую ледник справа, более чем на 200 м.

Наступание ледников повлияло на состояние ледниково-моренных комплексов. В результате создались новые условия для формирования селей гляциального (прорывного и непрорывного) и гляциально-ливневого генезиса в начале XXI века:

изменился моренный рельеф - на выровненных ледниками участках, которые раньше имели наклон, сформировались озёра (плотиной одного из озёр, прорвавшегося в 2003 г. стал язык ледника Бирджалычиран, другое образовалось на окончании языка наступившего ледника Восточный Курмы);

деформировались гряды срединных морен, ограничивающих котловины озёр, что ускорило их деградацию и прорывы озёр (озеро Восточное Бирджалы прорвалось в 2006 г., озеро перед ледником Малый Азау – в 2011 г.);

сформировалась новая моренная перемычка озера Башкара на месте грота конца 50-х годов, что создало условия для аномального подъёма уровня озера в 2008 г.;

образовались новые гряды береговых морен у восточного и западного языков ледника Каяартыбаши, что, в результате таяния льда, заключённого в них, привело к развитию оплывин и микроселей, достигающих русла реки;

на фронте наступающего ледника Донгузорун аккумуляровались большие объёмы незакреплённого обломочного материала, что создало условия для вовлечения его в селевой поток в 2010 г.;

произошло перераспределение потоков льда в районе ледораздела восточного и западного языков ледника Каяартыбаши, что обеспечило временную аккумуляцию талой воды в верхнем цирке и сброс её в сторону западного языка и далее в селеносный моренный каньон с образованием мощных паводков и селей в 1999, 2000 и 2011 гг.;

происходили резкие изменения направлений русел подлёдной дренажной системы, приведшие к формированию паводков с ледников Микельчиран в 2007 г. и Малый Азау в 2010 г.

Таким образом, вышеизложенные факты показывают необходимость изучения динамики ледников при проведении мониторинга, разработке локального и регионального прогнозов и оценке опасности гляциальных селей.





## **Геоморфологическая модель динамики ледниково-моренного комплекса Каяарты как основа мониторинга и локального прогноза гляциальных селей**

**Докукин М.Д.<sup>1</sup>, Богаченко Е.М.<sup>2</sup>, Савернюк Е.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия*

<sup>2</sup>*Кабардино-Балкарский республиканский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды*

## **Geomorphological model of dynamics of the Kayaarty glacial-moraine complex as a basis for monitoring and local forecast of glacial debris flows**

**Dokukin M.D.<sup>1</sup>, Bogachenko E.M.<sup>2</sup>, Savernyuk E.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia*

<sup>2</sup>*Kabardino-Balkarian Center for Hydrometeorology and Monitoring of the Environment, Nalchik, Russia*

Катастрофические сели р. Каяарты-Су (бассейн р. Баксан, Центральный Кавказ) были и являются предметом исследований выдающихся учёных и специалистов разного профиля (гляциологов, гидрологов, геоморфологов, метеорологов, геофизиков, геологов, географов, гидротехников и др.) на протяжении целого ряда лет, начиная со второй половины XX века, среди которых был основатель селеведения С.М. Флейшман. Многие вопросы, касающиеся причин возникновения катастрофических селей, до сих пор остаются дискуссионными, вследствие сложности условий селеформирования и многофакторности процессов.

Авторы проводили исследования в бассейне р. Герхожан-Су, левым притоком которой является р. Каяарты-Су, в рамках региональной темы Росгидромета в течение 2008–2009 и 2011–2012 гг. За этот период зафиксированы несколько селепроявлений различного генезиса, в том числе сель 3 августа 2011 г., сопоставимый по масштабам с селями 60-х годов XX века. Анализ метеоусловий с использованием данных метеостанции Терскол и гидропоста в верховьях р. Каяарты-Су, установленного на высоте 2650 м, показал возможность прогнозирования гляцио-ливневых селей по формулам и критериям, разработанным И.Б. Сейновой. Для прогнозирования гляциальных селей данных о температуре воздуха оказалось недостаточно. В связи с этим были проведены исследования по выявлению признаков опасности схода гляциальных селей и по оценке состояния ледниково-моренного комплекса.

С применением ГИС-технологий проанализирован длительный временной ряд аэрокосмической информации, включающий аэрофотоснимки 1957, 1973, 1975, 1978, 1983, 1988 годов; космические снимки разного разрешения, любезно предоставленные ИТЦ «СканЭкс»: Landsat 7 09.08.1999 г. и 12.09.2000 г., IRS 1C/1D 11.08.2006 г. и 31.07.2007 г., IRS P5 Cartosat 29.08.2009 г., Spot 4 05.09.2010 г., Spot 5 21.09. 2011 г., а также снимок Quick Bird 21.07.2007 г. (из программы Google Earth) и снимок Formosat 20.09.2011 г., предоставленный Географическим факультетом МГУ в рамках проекта



«Геопортал МГУ»; вертолётные снимки М.Ю. Никитина 2000 г., НПП «InfoTERRA» 2004 г., ГУ МЧС России по КБР, и вертолётные и маршрутные снимки авторов.

В результате анализа была разработана геоморфологическая модель динамики ледниково-моренного комплекса Каяарты – зоны зарождения катастрофических гляциальных селей, основанная на представлении о системе селевых очагов обводнения и взаимодействия в различных по форме и генезису массивах морен. Моренные массивы образованы взаимодействующими между собой обломочно-ледяными потоками, имеющими различные динамические характеристики и условия питания обломочным материалом, которые к тому же значительно изменялись в процессе усиливающейся деградации ледника и в результате кратковременных осцилляций в конце XX века.

Особую роль в формировании гляциальных селей играют содержащие погребённый лёд массивы террасовидных береговых морен, деградация которых сопровождается оплывинами и прорывами заполненных водой внутриморенных полостей, и конечно-моренный массив пьедестального типа, в котором заложен селевой врез (каньон) и продолжают протекать эрозионные и эрозионно-сдвиговые процессы.

На современном этапе развития ледниково-моренного комплекса верхняя граница зоны абляции поднялась до участка пологого днища верхнего цирка ледника, что создало условия для аккумуляции подо льдом и внутри тела ледника больших объёмов талой воды и формирования гляциальных прорывных паводков. Русло западного истока р. Каяарты-Су подошло вплотную к правому склону, и оплывины, формирующиеся на современной береговой морене, попадают в водный поток, насыщая его мелкозёмом.

Для мониторинга и локального прогноза гляциальных селей очень важно также учитывать представление о гляциальном селевом процессе, как о процессе, протекающем в течение нескольких лет, когда предыдущий сель создаёт благоприятные условия для последующего.



## **Полный гранулометрический анализ поверхностных моренных отложений на ледовом завале в Кармадонской котловине**

**Дробышев В.Н.<sup>1</sup>, Мочалов В.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Владикавказский научный центр РАН и Правительства РСО-А, Владикавказ, Россия*

<sup>2</sup>*Центр «Антистихия» МЧС России, Москва, Россия*

## **Full granulometric analysis of the surface till on the ice-rock deposits in the Karmadon Depression**

**Drobyshev V.N.<sup>1</sup>, Mochalov V.P.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and of the Government of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Russia*

<sup>2</sup>*Antistikhia Center of the Russian Ministry of Emergencies (Emercom), Moscow, Russia*

Мрачная известность небольшого ледника Колка, расположенного на северном склоне Бокового хребта центрального Кавказа, недалеко от Казбека, была подкреплена очередным его катастрофическим обрушением, происшедшим 20 сентября 2002 года.

Катастрофа произошла под покровом глубоких сумерек и необычайно стремительно. Скорость продвижения ледникового обвала вниз по Геналдонскому ущелью по оценкам очевидцев составляла порядка 200 км/час. Немногим более 6 минут понадобилось ледовой лавине, чтобы преодолеть путь длиной 19 километров, оставив за собой гигантский след, шириной более 500 метров. Наплески передовой волны на борта ущелья поднимались до 200-250 метров. Естественной преградой для дальнейшего продвижения гигантской ледовой лавины послужил эскарп Скалистого хребта, при пересечении которого, Геналдонское ущелье теряет свой классический долинный вид, и превращается в глубокий и узкий каньон. Аккумулятивное ледово-каменное образование объёмом 115 млн. м<sup>3</sup> заполнило межгорную котловину, именуемую Кармадонской, на протяжении 4 километров.

В рамках всестороннего обследования параметров катастрофы в сентябре 2004 года были проведены работы по изучению гранулометрического состава литогенного материала, вовлеченного в обвальный процесс. Толщина покровной морены ледового завала образованной в результате вытаивания каменного материала за 2 года достигала на субгоризонтальных площадках 30-50 см.

Размеры значительного количества крупных каменных глыб разбросанных по поверхности, в отдельных случаях, превышали 5 и, даже 10 метров. С целью получения полного гранулометрического анализа, наряду с общепринятыми методическими действиями для учета фракций по линейке от 0 до 200 мм, оценка содержания крупно-глыбовой фракции (более 200 мм), была проведена с применением, в качестве дополняющего, аналитического метода, основанного на приёмах косвенной оценки.

В ходе рекогносцировочного обследования поверхности завала были выбраны четыре репрезентативные площадки со спокойным рельефом, на которых были размечены квадратные участки 25 м × 25 м, поделенные на 25 ячеек размером 5 м × 5 м.



В границах каждого участка было вырыто по 1 шурфу с сечением 1 м на 1 м, и глубиной до ~0,5 м (до льда). Извлеченный каменный материал был разделен на фракции от 5 мм до 40 мм. путем просева через «грохоты» и, затем, через сита с последующим взвешиванием каждой выделенной фракции. Определение объема шурфа выполнялось заливкой воды в эластичные водонепроницаемые мешки, помещенные в полость шурфа или путем детального обмера формы выемки. Из фракции материала от 5 мм и менее отбиралась проба для дальнейшего лабораторного исследования. Разбор материала на фракции от 40 мм до 200 мм выполнялся вручную по шаблонам. Обломки крупнее 200 мм исключались из общей массы грунта шурфа, а их объем - из объема шурфа.

В результате работы по шурфам, были получены сведения об объемном содержании фракций материала поверхностной морены завала по линейке: 0,001 мм – 0,1 мм – 0,25 мм – 0,50 мм – 1,0 мм – 2,0 мм – 5,0 мм – 10,0 мм – 20,0 мм – 40,0 мм – 80,0 мм – 100,0 мм – меньше 200,0 мм.

Косвенное определение объемного содержания крупно глыбового материала (фракция 200–5000 мм) методически основано на подсчете количества образцов фракций: 1000–2000 мм. и 2000–5000 мм на участке 25 м × 25 м, а образцов фракций 200–500 мм. и 500–1000 мм. по пяти ячейкам размером 5 м × 5 м этого же участка, четыре из которых – угловые и одна – центральная. С каждого образца снимались 3 размера по 3<sup>м</sup> взаимно-перпендикулярным направлениям (осям) и вводились в учетную таблицу. Результаты подсчета по 5 ячейкам умножались на 5 (нормирование к общей площади участка). Далее, вычислялась сумма площадей сечений всех образцов, принадлежавших одной из обозначенных выше фракций по формуле:

$$S_{F=j} = \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{a_i + b_i + c_i}{3} \right)^2 * K ; \quad (1)$$

где  $S_j$  – сумма осреднённых площадей сечений всех образцов  $j$ -фракции,

$a_i, b_i, c_i$  – размеры по 3<sup>м</sup> осям  $i$ -образца (м),

$n$  – количество образцов,

$K=0.78$  - коэффициент соотношения площади эллипса к площади прямоугольника в который он вписан.

Затем, из  $S_j$  извлекался корень второй степени, и результат возводился в третью степень. Полученная величина, имеющая размерность объема, соотносилась к кубу размером 25 м × 25 м × 25 м = 15625 м<sup>3</sup>.

Полученный ряд объемных содержаний по фракциям крупно-глыбового материала добавлялся к результатам определения объемных содержаний остальных фракций по шурфам и все показатели еще раз нормировались к 100%.

Построенные кривые полного гранулометрического состава получились классического S-образного облика и отчетливо демонстрируют, что во взятых пробах ничего неожиданного и противоречащего общим закономерностям формирования гранулометрического состава рыхлых природных образований не усматривается.



## **Селевой морфолитогенез на Большом Кавказе**

**Ефремов Ю.В.**

*Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия*

## **Mudflow morpholitogenesis on the Greater Caucasus**

**Efremov Yu.V.**

*Kuban State University, Krasnodar, Russia*

В последние десятилетия в теоретической геоморфологии появились новые направления исследований, оформившиеся в учения морфоструктуры и морфоскульптуры, морфолитогенеза, а также четко определены понятия морфосистемы, геоморфологические обстановки и геоморфологические режимы [1].

Развитие теории морфолитогенеза нашло отражение во многих научных работах, которые трудно все перечислить. Однако как научное направление морфолитогенез широко развивалось в Московском, Кубанском, Казанском и других государственных университетах. До настоящего времени морфолитогенетический подход к исследованию селевых потоков не находил должного применения.

В последнее время на кафедре геологии и геоморфологии Кубанского государственного университета с позиций морфолитогенеза исследовались озерные, нивальные и селевые процессы и явления, которые нашли отражение во многих работах [4]. В последние годы вопросам концепции селевого морфолитогенеза на кафедре уделялось много внимания.

Под селевым морфолитогенезом (СМЛГ) понимается совокупность процессов и явлений, которые формируют селевые потоки. Их формирование происходит при непосредственном участии рыхлых отложений в условиях динамической среды и высокой энергии эндогенных и экзогенных процессов. Предполагается, что формирование селевых потоков происходит под действием движущих сил – факторов в относительно стабильных природных условиях рассматриваемой территории.

Условия – совокупность природных процессов, характерных для определенной территории, развивающихся в тесной связи и взаимодействующих друг с другом. Изменение природных условий, в которых развиваются селевые процессы и явления, приводит к значительному изменению факторов и процессов, создающих селевые потоки, определяет интенсивность их проявления. Существующие условия в данном случае выступают как нечто устойчивое, постоянное, определяют все дальнейшие стадии развития селевых процессов и явлений. Например, состав горных пород и их структура (как нечто стабильное) тесно связаны с температурным и влажностным режимом почв и грунтов, которые в свою очередь в определенной степени стимулируют развитие эрозионных, оползневых и других процессов

Факторы (причины, движущие силы совершающегося процесса), тесно связанные с природными условиями и стимулирующими геоморфологические процессы, объединены между собой прямыми и обратными связями. Между ними наблюдается тесное взаимодействие. Наиболее ярко парагенетические связи проявляются между элементами климата (температурой воздуха и атмосферными осадками) и многими геоморфологическими процессами. Понятие «процесс», широко



используемое в динамической геоморфологии, определяет последовательную смену и связь закономерно следующих друг за другом стадий развития СМЛГ. Процессы могут протекать в различных направлениях и зависят от механизма образования. [lublinova@rambler.ru](mailto:lublinova@rambler.ru) под которым понимается совокупность движущих сил, зависящих от конкретных воздействий на селевой очаг. Различие механизмов образования селевых потоков приводит к возникновению их разнообразных генетических типов селевых отложений

Исходя из указанных положений, исследуются морфолитологические, климатические и морфолитодинамические условия формирования селевых процессов и явлений. Морфолитологические условия отражают взаимосвязь геологического строения территории с образованием рыхлого субстрата – материала для возникновения селевых потоков, формирующихся при сильных ливнях или таянии снежного покрова. Наиболее значимыми факторами для процесса селеобразования являются климатические факторы (температура воздуха и атмосферные осадки).

Геоморфологические, гидрологические условия и антропогенные факторы существенно влияют на возникновение и развитие селевых процессов и явлений. В настоящее время без учета современных геоморфологических и других природных процессов, влияния антропогенной деятельности, невозможно разрабатывать теорию и методы прогноза опасных природных процессов, выработать практические рекомендации предотвращения ускоренной деградации.

Исходя из сложившейся экологической ситуации, которая во многих районах России является неблагоприятной, возникли многочисленные проблемы, которые требуют решения на новой теоретической основе теории селевого морфолитогенеза. Глобальное потепление и возросшее антропогенное воздействие на окружающую природную среду вызывают необходимость решения возникших проблем на качественно новом уровне селевых процессов и явлений.

## **Разработка системы мониторинга параметров окружающей среды в бассейнах горных рек**

**Замай В.И., Добровольский Н.С.**

*Институт автоматизации и информационных технологий Национальной академии наук Кыргызской Республики, Бишкек, Киргизия*

## **Development of an environmental monitoring system for mountain river basins**

**Zamai V.I., Dobrovolsky N.S.**

*Institute of Automation and Information Technology National Academy of Sciences, Bishkek, Kyrgyzstan*

Прогнозирование и предупреждение селей и катастрофических паводков усложняется дефицитом оперативной информации о влияющих на них факторах, ввиду



недостатка информации об этих явлениях, имевших место в предшествующий период, а также по причине сокращения сетей гидрологического и геологического мониторинга.

Подобная ситуация сложилась практически во всех горных республиках постсоветского пространства. В этой связи разработка и внедрение автоматизированных систем мониторинга параметров окружающей среды (АСМ ПОС), оказывающих влияние на формирование селевой и паводковой опасности в бассейнах горных рек является весьма актуальной.

Вместе с тем предлагаемая система позволит создать электронную базу данных параметров окружающей среды в селеопасных зонах, а также оповещать о начале схода селя или катастрофического паводка. Накопление необходимого объема данных в перспективе позволит осуществить оперативный прогноз развития катастрофической ситуации.

Поиск оптимального решения при организации информационных систем мониторинга природных катастроф на территориях со сложным горным рельефом, является достаточно сложной задачей и приводит к целому ряду проблем, одна из которых – организация надежной связи между удаленными объектами и пунктами приёма информации.

Проблемы усугубляются тем, что в местах размещения периферийной аппаратуры нередки случаи вандализма со стороны местного населения или туристов, разрушающих дорогостоящие коммуникации, сооружения и оборудование без особой на то причины.

Очевидно, что при создании АСМ ПОС радиосвязь оказывается единственно приемлемым решением. Однако и здесь имеется много проблем. Выбор аппаратуры, частотного диапазона и мощности, обеспечивающих надежную связь, часто подталкивают разработчиков к использованию систем мобильной сотовой связи. Однако, как показала практика, эти решения не приводят к успеху, поскольку в условиях сложного горного рельефа местности и удалённости объекты контроля оказываются вне зоны покрытия сети сотовой связи.

Приёмо-передающая аппаратура предлагаемой АСМ ПОС использует автономные радиомодемы, работающие в диапазоне 433 мГц.

Сенсорная сеть АСМ ПОС обеспечивает контроль и измерение в реальном масштабе времени следующих параметров:

- уровней (расходов) водотоков,
- температуры и влажности почвы и воздуха,
- уровня и характера естественных шумов,
- наличия осадков,

наличия в непосредственной близости от контролируемой станции движущихся объектов.

В качестве практической реализации заложенных в АСМ ПОС принципов разработана и внедрена система, предназначенная для оповещения о возникновении и прохождении катастрофического паводка или селя в случае выпадении ливневых дождей в бассейнах горных рек или прорыве моренных озёр ледников Аксай, Ала-Арча и Адыгене, расположенных в зоне Киргизского хребта, и формирующих сток реки Ала-Арча.

Система разработана по заказу Киргизской комплексной гидрогеологической экспедиции Министерства природных ресурсов КР.

Система передана в эксплуатацию в Природный парк «Ала-Арча», находящийся в 40 км от г. Бишкека. Периферийная аппаратура системы установлена в верховьях рек Аксай, Ала-Арча и Адыгене на высотах – 2793 м, 2490 м и 2560 м соответственно.



Расстояние между центральной станцией, находящейся на территории альплагеря «Ала-Арча» (2140 м) и контролируемыми станциями (КС) системы оповещения составляет: КС Аксай – 4,3 км, КС Ала-Арча – 4,5 км, КС Адыгене – 3,2 км.

Радиосенсоры-датчики селя располагаются в прибрежной зоне на участках наиболее вероятного прохождения селя, на расстоянии 70...200 м от контролируемых станций.

Электропитание периферийной аппаратуры обеспечивается аккумуляторами, подзаряжаемыми от малогабаритных солнечных панелей.

Предусмотрена возможность выхода центральной станции АСМ ПОС в Интернет через сеть GSM.

## **Природные и природно-антропогенные процессы в бассейне р. Баддон (РСО-Алания)**

**Запорожченко Э.В., Каменев Н.С., Никулин А.С.**

*ОАО «Севкавгипроводхоз», Пятигорск, Россия*

## **Natural and natural-anthropogenic processes in the Baddon River basin (Republic of North Ossetia-Alania, Russia)**

**Zaporozhchenko E.V., Kamenev N.S., Nikulin A.S.**

*Institute "Sevkavgirovodhoz", Pyatigorsk, Russia*

В случае возникновения неопределённой по причинам и по времени формальной ситуации в системе напорных тоннелей и станции Зарамагской ГЭС-1 на р. Ардон потребуется произвести аварийный сброс расходом в 65 м<sup>3</sup>/с из бассейна суточного регулирования (~ 2000 абс. м) в русло правого притока р. Ардон – р. Баддон, водотока, в гидрологическом отношении не изученного. В устье р. Баддон (~1000 абс. м) располагаются жилые и общественные постройки пос. Мизур, по долине реки – дорога с. Мизур – с. Бад, водозабор технической воды для обогатительной фабрики и питьевой водовод.

Эти объекты, а также приусадебные территории, в 1967 и 1996 гг. испытывали воздействие катастрофических селевых потоков. Достоверные количественные данные по этим потокам отсутствуют. Потребовалось срочно, в течение второй половины ноября – первой половины декабря 2011 г., выявить реальную селеопасность р. Баддон в условиях возникновения и развития процессов, обусловленных сложившейся природной обстановкой, возможность формирования «рукотворного» селя, установить параметры потоков нормативной обеспеченности, спроектировать меры по защите объектов в зоне «досягаемости» природных и (или) природно-антропогенных селей, пройти государственную экспертизу соответствующего проекта.

Было выяснено, что исторические сети, достигающие устья р. Баддон, имели наносоводный характер, дождевой генезис и возникали в очагах, расположенных выше точки сброса аварийного расхода в средней части долины р. Баддон. Они имели





максимальные расходы до 116 м<sup>3</sup>/с (по уровням высоких вод селя), начинались как грязекаменные, но к пос. Мизур доходили с плотностью не выше 1400 кг/м<sup>3</sup>.

Расчётные расходы естественных наносоводных селевых потоков 0,5 и 1% обеспеченности в створе впадения Баддона в р. Ардон (пос. Мизур) определены в 140 и 125 м<sup>3</sup>/с. Поступление ~ 65 м<sup>3</sup>/с аварийного водного сброса в русло Баддона превышает критический расход воды по реке (при подходе к месту сброса, составляющему 25-30 м<sup>3</sup>/с). Он вызывает формирование наносоводного селевого потока с расходом ~ 85 м<sup>3</sup>/с, что, однако, ниже прогнозных параметров селя, обусловленного природными факторами. При этом наложение паводочных потоков природного и сброса техногенного характеров, ввиду крайне низкой вероятности такого события, из расчётов исключалось.

Проект инженерной защиты разработан, исходя из необходимости обеспечения сохранности объектов и инфраструктуры по тракту прохождения наносоводного селевого потока естественного происхождения с вероятностью в 0,5% (селевой лоток, с изменённым, против существующего, сопряжением с рекой-приемником, берегозащитные стенки, галерея над дорогой и питьевым водоводом на участке рассеивания сбросного водного «факела»).

Происходящие в последние десятилетия процессы повсеместной деградации оледенения требуют дополнительного выяснения обстановки с селевыми очагами и возможностями прорывных или иных триггерных сценариев в предполях ледников горного массива Цмиакомхох, откуда берёт начало р. Баддон, что может внести коррективы в проектный прогноз 2011 г., основанный лишь на анализе возникновения, транзита, трансформации и характера исторических селевых потоков нижней и средней частей долины р. Баддон (на протяжении ~ 10 км от устья при полной длине реки ~ в 13 км).

## **Тропические остаточные почвы как источник твердой составляющей селевой массы для селей ливневого типа в Бразилии**

**Знаменский Д.В.**

*Бразильский комитет по плотинам, Институт наук о Земле Университета Бразилиа, Бразильская ассоциация по механике грунтов и Селевая ассоциация, Бразилиа, Бразилия*

## **Brazilian tropical residual soils as solid phase sources for local rain-induced mud and debris flows**

**Znamensky D.V.**

*Brazilian Committee on Dams (CBDB) member, Institute of Geosciences at University of Brasilia (Unb) collaborator, Brazilian Soil Mechanics Association (ABMS) and Debris Flow Association (Russian Federation) member, Brasilia, Brazil*

Residual soils result from “in situ” weathering processes of several rock types and classes. They represent a varying in depth accumulation regolith’s mass in range from an



upper mature or totally decomposed residual soil as terrains surface cover to an only slightly weathered or quite sound and deep placed rock mass. Regolith's physical properties, such as density, permeability, strength, deformation and others properties are determined by intensity and duration of geophysical and chemical reactions that are verified on original rock masses. Ordinary such regoliths result in substances that are: a)- lixiviated soluble salts, as kaolinite or other clay minerals and b)- stable insoluble silica grains. Achieved products are flocculated cohesion fraction forming clayey soils or more stable and resistant silica grains constituting the regolith's frictional fraction or sandy soils. At the common presence of intense and long duration rainfalls frequent mud and debris flows occurs in the mountainous regions of the country. Bingham's body rheological model in this case is employed for modeling the stress-strain behaviour of fine grained clayey soil and water mixtures, mainly that resulting from shallow slides. When deeper slides involving less decomposed rock mass occur, Bagnold's macro viscous, or some time, inertial model represent sufficiently well the rheological behaviour of such solid and liquid phase mixtures. Some examples of different Brazilian residual soils are presented and the last occurred accidents, involving properties and human life losses, are discussed briefly.

## **Геологические свидетельства селей, формировавшихся при спуске подпрудно-ледниковых озер Горного Алтая в неоплейстоцене**

**Зольников И.Д.<sup>1,2</sup>, Деев Е.В.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия*

<sup>3</sup>*Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия*

## **Geological evidence of debris flows that were formed during the drainage of glacial-dammed lakes in Altai Mountains in Neopleistocene**

**Zolnikov I.D.<sup>1,3</sup>, Deev E.V.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia*

<sup>2</sup>*A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup>*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

Известно, что геологическая опасность может быть вычислена как вероятность проявления опасного или катастрофического процесса в конкретный отрезок времени на конкретной территории. В упрощенном случае вероятность проявления изучаемого процесса во времени может быть выражена через его повторяемость, а вероятность



проявления в пространстве через распространенность геологических следов этого процесса на территории (пораженность территории опасным геологическим процессом). Следовательно, одним из путей адекватной оценки опасности гигантских гляциальных селей является картографирование площадей их распространения и установление хронологических рубежей их проявления в геологическом прошлом. Знаки гигантской ряби, свидетельствующие о широком распространении гигантских гляциальных селей, в прошлом были найдены во многих районах, как в России, так и за ее пределами [Черноморец, Рудой, 2010]. История изучения форм рельефа и отложений, сформированных в четвертичном периоде гляциальными суперпаводками на территории Горного Алтая подробно изложена в обобщении А.Н. Рудого [2005]. Вместе с тем, до сих пор являются малоизвестными динамические обстановки, проявляющиеся на разных этапах спуска неоплейстоценовых подпрудно-ледниковых озер Горного Алтая, а также геологические признаки, по которым эти обстановки реконструируются [Зольников и др., 2010; 2008]. Таким образом, на значительных территориях традиционно не замечаются свидетельства катастрофических процессов, имевших место в недалеком геологическом прошлом, а, следовательно, и не оценивается вероятность их повторения в настоящем.

При изучении отложений, оставленных гляциальными суперпаводками на Горном Алтае, основное внимание, обычно, уделяется фациям, которые соответствуют динамическим обстановкам влекомого (валунники с глыбами) и взвешенного наноса (параллельно-слоистые пескодресвянники) водокаменного селя. Эти фации широко распространены в магистральных долинах, выходящих из котловин, которые испытали в прошлом ледниковое подпруживание и последующий спуск ледниковых озер. Однако, фации грязекаменных селей (гранулометрические смеси – миктиты), формирующиеся на этапе завершения спуска подпрудных озер в межгорных котловинах и на этапе спада суперпаводков в магистральных речных долинах, как правило, просто не замечаются большинством исследователей или относятся к другим генетическим типам (пролювий, коллювий, морены и т.д.). В отличие от обычных горно-долинных селей, грязекаменные потоки завершающей фазы гляциальных суперпаводков имеют площадной характер и покровно-облекающее залегание. Широко распространены грязекаменные образования на прибортовых участках межгорных котловин (Чуйская, Канско-Ябоганская, Уймонская и др.), бывших в прошлом подпрудно-озерными водоемами [Зольников и др., 2010; 2008]. По текстурно-структурным признакам и особенностям залегания рассматриваемые отложения сходны с быстрым солифлюксом. Диагностика фаций, отражающих обстановки водокаменных и грязекаменных селей при реализации гляциальных суперпаводков, имеет значение для выявления территорий подвергавшихся воздействию этих катастрофических процессов в прошлом.

#### Литература

- Зольников И.Д., Деев Е.В., Лямина В.А. Новые данные о четвертичном морфолитогенезе в Чуйской котловине (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2010. Т.51. № 4. С. 437–449.
- Зольников И.Д., Постнов А.В., Гуськов С.А. Процессы морфолитогенеза Усть-Канской и Ябоганской котловин в позднем неоплейстоцене // Геоморфология. 2008. № 4. С. 75–83.
- Рудой А.Н. Гигантская рябь течения (история исследований, диагностика, палеогеографическое значение). Томск: Изд. ТПУ. 2005. 224 с.
- Черноморец С.С., Рудой А.Н. Гигантская рябь как результат прорыва крупных озер: распространение феномена в горных районах мира. // Снижение риска природных катастроф в горах. Материалы Международной конференции, Кыргызская Республика, г. Бишкек, 15-18 сентября 2009 г. / Отв. ред. Т.В. Тузова. Бишкек: Салам. 2009. С. 27–29.



**Ледниковые озера на северном склоне Иле (Заилийского)  
Алатау: состояние, особенности распространения, риск прорыва  
с формированием селей**

**Капица В.П.**

*Институт географии, Алматы, Казахстан*

**Glacial lakes on the northern slope of the Ile (Zailiyskiy) Alatau:  
their state, distribution, risk of outburst and debris flows formation**

**Kapitca V.P.**

*Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan*

Рассмотрены результаты анализа кадастра ледниковых озер на Северном склоне Иле Алатау, составленного на основе дешифрирования космических снимков по состоянию на 2007 г.

Основное внимание уделено ледниковым озерам, расположенным в гляциально-нивальном поясе бассейнов рек Киши и Улкен Алматы (Малой и Большой Алматинок) на конусах выноса которых расположена большая часть города Алматы.

Угроза прорыва ряда ледниковых озер – реальность каждого абляционного периода и одна из приоритетных задач науки. Основой обобщения послужили данные многолетнего мониторинга нескольких ледниковых озер, в том числе, озера № 6, расположенного в верховьях р. Киши Алматы непосредственно у конца ледника Маншук Маметовой. По мнению ряда специалистов, реальная угроза прорыва плотины озера неминуемо приведет к формированию разрушительного селя с катастрофическими последствиями для города Алматы с населением около 1,3 млн. чел. Рассмотрены морфометрические характеристики потенциально прорывоопасных озер и некоторые особенности гидрологического режима.



## **Состав пород потенциальных селевых массивов как фактор, определяющий структурно-реологический тип селевого потока**

**Казиков Н.А.<sup>1</sup>, Рященко Т.М.<sup>2</sup>, Генсировский Ю.В.<sup>1</sup>, Ухова Н.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия*

## **Rock composition of potential debris-flows massives as a factor defining structural and rheological type of debris flows**

**Kazakov N.A.<sup>1</sup>, Ryaschenko T.G.<sup>2</sup>, Gensiorovskiy Y.V.<sup>1</sup>, Ukhova N.N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences, Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia,*

<sup>2</sup>*Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia.*

Исследования гранулометрического, минералогического и химического состава мелкодисперсной фракции селевых отложений в селевых бассейнах на восточном побережье Южного Сахалина, на о. Парамушире, в бассейнах р.р. Мзымта (Западный Кавказ) и Герхожан-Су (Северный Кавказ), проведённые в 2008 – 2010 г.г., показали, что в составе мелкодисперсной фракции отложений грязекаменных селей дождевого генезиса повсеместно выделяется большое содержание в составе мелкозёма пылеватых частиц (не менее 14% фракций <0,05 – 0,002 мм), значительного содержания агрегированных тонкоглинистых фракций (<0,001 мм), гидрослюд и монтмориллонита (Табл. 1).

Именно этими характеристиками пород обуславливаются структурно-реологические характеристики связанных селевых потоков: в частности, способность связанных селей переносить на большое расстояние большое количество валунно-глыбового материала, формируя грязекаменные потоки: в том числе, большого объёма.

Высокое содержание пылеватых частиц и тонкоглинистой фракции с преобладанием гидрофильных минералов обуславливает преимущественно связанное состояние воды в селевой суспензии.

В этом состоянии селевая суспензия может описываться как однофазная система.

Такая суспензия обладает высокой плотностью и, соответственно, высокой транспортирующей способностью, чем обеспечивается перенос валунно-глыбового материала на большие расстояния внутри селевой суспензии и, собственно, формирование грязекаменных селей.

Таким образом, неперенными условиями формирования грязекаменных селей дождевого генезиса является большое содержание в составе мелкозёма потенциальных селевых массивов пылеватых частиц и агрегированных тонкоглинистых фракций, а в минеральном составе – гидрофильных минералов (гидрослюд, монтмориллонита и т.д.).

Перенос на достаточно большие расстояния валунно-глыбового материала водным потоком (сель как двухфазная система) не представляется возможным: реально



происходит перемещение крупнообломочного материала как срыв самоотмстки русла на сравнительно короткое расстояние и преимущественно в придонной части потока.

Такие сели могут описываться как несвязные (наносоводные).

В этом случае использование в классификационных схемах термина «Водокаменный сел» представляется избыточным и не вполне соответствующим феноменологии селя.

Таблица 1.

Гранулометрический, минералогический и химический состав мелкодисперсной фракции селевых отложений

| Адрес                                           | Состав | Плотность минеральной части, г/см <sup>3</sup> | Содержание пылеватых частиц < 0,05-0,002 мм, %% | Содержание фракции < 0,002 мм, %% | Содержание тонкоглинистой фракции < 0,001 мм, %% | Реальная глинистость (содержание фракции < 0,002 мм в свободном состоянии и в составе агрегатов) | Агрегированность (общее количество агрегатов, %%) | Тип                          | Преобладающий минеральный состав тонкоглинистой фракции (<0,001 мм) |
|-------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| р. Мзымта, Западный Кавказ                      | Супесь | 2,53                                           | 18,2                                            | 3,1                               | 7,0                                              | 8,1                                                                                              | 5,3                                               | Потенциальный плавун II типа | Гидро-слюды                                                         |
| р. Герхожан-Су, Северный Кавказ, Приэльбрусье   | Супесь | 2,52                                           | 25,8                                            | 7,6                               | 10,2                                             | 11,2                                                                                             | 9,2                                               | Потенциальный плавун I типа  | Гидро-слюды                                                         |
| р. Можайка, восточное побережье Южного Сахалина | Супесь | 2,42                                           | 14,4                                            | 3,2                               | 11,3                                             | 13,0                                                                                             | 30,8                                              | Потенциальный плавун I типа  | Гидро-слюды                                                         |



## **Селевые процессы в Красной Поляне**

**Казаков Н. А., Генсировский Ю.В., Казакова Е.Н.**

*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия*

## **Debris flows in the Krasnaya Polyana**

**Kazakov N.A., Gensiorovskiy Y.V., Kazakova E.N.**

*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences,  
Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

Высокая интенсивность проявления селевых процессов в долине р Мзымта (Красная Поляна) обуславливается геологическим строением, рельефом и гидрометеорологическим режимом территории.

Коренные породы (слабосцементированные хорошо разлагающиеся глинистые сланцы и аргиллиты) обуславливают формирование селевой суспензии, в составе которой – высокое содержание пылеватых частиц и тонкоглинистой фракции с преобладанием гидрофильных минералов (гидрослюд). Их содержание обуславливает связанное состояние селевой суспензии – как однофазной системы, обладающей высокой плотностью и, соответственно, транспортирующей способностью. Крупнообломочная фракция (преимущественно, диориты) насыщает сели глыбово-валунной составляющей.

Формированию грязекаменных селей большого объёма способствуют большие объёмы потенциальных селевых массивов (ПСМ) обводнения, сформированных рыхлообломочным материалом моренного, обвального-осыпного и оползневого генезиса.

Породы ПСМ сильно увлажнены и легко вовлекаются в селевой процесс в периоды бурного снеготаяния или выпадения сильных дождей.

В верхней и средней части селевых русел происходит дополнительная подпитка селей крупнообломочной фракцией за счёт переработки потоком старых селевых отложений.

Рельеф территории (уклоны селевых бассейнов более 40°) исключительно благоприятен для развития селевых процессов и обуславливает большую дальность выброса селей.

За тёплый период года (май-октябрь) выпадает большое количество атмосферных осадков: 824 мм (ГМС «Красная Поляна») – 1250 мм (ГМС «Ачишхо») при больших суточных максимумах – 188 мм (ГМС «Красная Поляна», 1977 г.) и 298 мм (ГМС «Ачишхо», 1956 г.).

В бассейне р. Мзымта на участке от Обер Хутора до с. Красная Поляна выделено 32 селевых бассейна.

Селеносны все постоянные и временные водотоки в бассейне р. Мзымта: р.р. Пслух, Пслушонок, Ржаная, Салымовский, Пограничная, Сумасшедшая, Лаура, Ачипсе, Бешенка, Монашка, Чвижепсе, Медовеевка, Краснополянка, Кепша и другие.



Формируются несвязные (наносоводные) и связные (гряжекаменные и грязевые) сели и водоснежные потоки.

В руслах крупных рек (Мзымта, Пслух, Пслушонок, Ачипсе и др.) формируются преимущественно несвязные сели, однако во время сильных дождей на отдельных участках русел формируются связные (гряжекаменные) сели.

Во время глубоких оттепелей в декабре – апреле (при резком повышении температуры воздуха в высотной зоне 1900 – 2400 м до +10,0°C) формируются водоснежные потоки.

Максимальные дальности выброса гряжекаменных селей достигают 5 – 15 км, объёмы превышают 1000000 м<sup>3</sup>; толщина селевых отложений достигает 6,0-10,0 м.

Период активного селеобразования длится с апреля по ноябрь, однако водоснежные и гряжекаменные сели формируются и во время глубоких оттепелей в декабре – апреле.

Сели формируются при выпадении дождей и в периоды резкого повышения температуры воздуха и интенсивного снеготаяния или снеготаяния с дождем в весенний (март-май) и осенне-зимний (октябрь-декабрь) периоды.

Селеобразующая сумма осадков составляет 30,0-100,0 мм за сутки (в зависимости от степени предшествующего увлажнения пород ПСМ) и менее 20,0 мм – в периоды снеготаяния.

Сели, достигающие р. Мзымты, регулярно формируются на северном макросклоне хр. Аибга и в бассейне р. Бешенки (на древнем селевом конусе выноса расположено с. Красная Поляна).

Повторяемость гряжекаменных селей составляет: объемом до 1000 м<sup>3</sup> – 1 раз в 2-3 года, объемом до 50000 м<sup>3</sup> – 1 раз в 5-7 лет, объемом до 100000 м<sup>3</sup> – 1 раз в 10-12 лет, объемом более 100000 м<sup>3</sup> – 1 раз в 12 – 15 лет; объемом более 1000000 м<sup>3</sup> – 1 раз в 30 – 50 лет.

Последний случай формирования гряжекаменного селя объемом 30000 – 40000 м<sup>3</sup> на руч. Салымовский отмечен 03.06.2007 г., на руч. Тобиаса – в 2008 г. (объем 5 000 м<sup>3</sup>).

Складирование отвалов техногенных грунтов в селевых бассейнах при строительстве объектов Олимпийского комплекса привело к активизации селевых процессов.

Так, на ГЛК «Роза Хутор» в августе – октябре 2010 г. и в 2011 г. происходило массовое формирование техногенных гряжекаменных селей (объёмы до 5000 м<sup>3</sup>, высота селевой волны – 4,5 м, скорость – 8,8 м/с, толщина селевых отложений более 2 м) в небольших селевых бассейнах между руч. Салымовским и р. Пслух.

Во второй декаде апреля 2012 г. техногенные сели прошли по руч. Кольценко и руч. Роза. В одном из селей погиб человек.

Большинство объектов и сооружений инфраструктуры Олимпийского комплекса в Горном Кластере г. Сочи размещены в селеопасных зонах.





## **Паводки на малых реках низкогорья Южного и Среднего Сахалина как несвязные селевые потоки**

**Казаков Н.А., Генсировский Ю.В.**

*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия*

## **Floods on small rivers of southern and middle Sakhalin Island as incoherent debris-flows: the suspended streams**

**Kazakov N.A., Gensiorovskiy Y.V.**

*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences,  
Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

В речных бассейнах низкогорья Южного и Среднего Сахалина активно развиваются селевые процессы.

При моделировании русловых процессов на малых водотоках их бассейны необходимо рассматривать как природные селевые комплексы, поскольку верховья рек селевозносны.

Большинство малых рек Южного и Среднего Сахалина имеют площадь бассейна 1–15 км<sup>2</sup>, длину 3–10 км, уклоны русел 60–100 ‰, уклоны водосборов – до 400 ‰, средние высоты водосборов – 300–1000 м.

Во время прохождения циклонов выпадает большое количество осадков с высокой интенсивностью. Так, при прохождении тайфунов «Оджин» и «Филлис» 2–7 августа 1981 г. сумма осадков в Сусунайском хребте достигала 1277 мм (бассейн р. Колка, абс. отметка 420 м).

Рельеф Южного и Среднего Сахалина – низкогорье (абсолютные отметки - 300–1200 м), однако глубина расчленения рельефа достигает 300–1000 м (альпинотипный рельеф). В результате, время добегания паводочной волны очень мало, вследствие чего наблюдается резкий и значительный подъём уровней воды (за 3,0 – 3,5 часа – с 20 до 300 см), а максимальные скорости течения на таких реках, как р. Макарова достигают 5,0–6,0 м/с.

Русла рек прорезают легко размываемые породы (алевролиты, аргиллиты, песчаники).

Сочетание перечисленных факторов обуславливает активную эрозию и приводит к сильному насыщению потоков твердой фракцией.

Во время паводков даже на больших (для о. Сахалин) реках отмечаются высокие значения единичной мутности: 5700 г/м<sup>3</sup> (29.04.1963 г., р. Лазовая у с. Заозёрное; площадь бассейна - 303 км<sup>2</sup>); 4100 г/м<sup>3</sup> (21.04.1967 г., р. Лютога у с. Подгорное; площадь бассейна - 1350 км<sup>2</sup>).

В бассейнах малых рек (площадью 1–15 км<sup>2</sup>) насыщенность потоков твёрдой фракцией гораздо выше: во время паводков плотность потоков достигает плотности несвязных селей (1100–1300 кг/м<sup>3</sup>), а их динамика и, соответственно, гидрографы более соответствуют динамике селевых потоков, чем водных (волновой характер движения и др.).



При выходе на равнинную часть территории (например, в Тымь-Поронайскую низменность) наносоводные потоки и послеселевые паводки связанных селей, аккумуляровавших твердую составляющую в горной части бассейна, размывают аллювиальные и пролювиальные породы на глубину 2,0 - 3,0 м, срывая отмостку русла и коррадируя его борта, дополнительно насыщая поток твердой фракцией.

Кроме того, происходит насыщение потока древесным материалом (карчи), что дополнительно увеличивает его эродирующую способность.

Таким образом, паводки на малых реках о. Сахалина необходимо описывать как несвязные селевые потоки.

В этом случае паводочная волна может рассматриваться как селевая волна и может быть описана как солитон. При описании несвязного селевого потока (квази-селевого) можно пренебречь такими его характеристиками, как вязкость и плотность. Напротив, в связанных селях плотность и вязкость определяют высоту и форму селевой волны.

В первом приближении условия формирования паводочной волны как селевой волны могут быть описаны как:

$$U_0 = \sqrt{2\pi T / \rho \lambda},$$

где  $U_0$  - критическая скорость потока, при которой происходит формирование селевой волны;  $T$  - поверхностное натяжение;  $\rho$  - плотность селевой суспензии.

Высокую плотность паводков в бассейнах малых рек о. Сахалина необходимо учитывать в изыскательской практике при оценке воздействия потоков на гидротехнические сооружения, поскольку расчет их динамических характеристик методами, принятыми в гидрологии для расчета характеристик водных потоков, не репрезентативен.

Их динамические характеристики должны рассчитываться по методикам, разработанным для расчета характеристик несвязных селевых потоков с учетом плотности и вязкости потоков.

Селевые процессы оказывают определяющее влияние на характеристики русловых процессов в долинах малых рек о. Сахалина.

## **Взаимное влияние лавинных, селевых и оползневых процессов на примере западного побережья Южного Сахалина**

**Казакова Е.Н.**

*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия*

## **A cross-coupling of avalanche, debris flow and landslide processes: case study of the west coast of Southern Sakhalin**

**Kazakova E.N.**

*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences,  
Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

Характерной чертой уступов морских террас и приморских пологонаклонных равнин западного побережья Южного Сахалина является развитие на них нескольких



типов гравитационных склоновых процессов: лавин, склоновых селей и оползней. Эти процессы не могут не влиять друг на друга.

На западном побережье Южного Сахалина относительная высота береговых уступов колеблется в пределах 10-200 м, а уклоны составляют 30-50°, что, в сочетании с благоприятными гидрометеорологическими и геологическими условиями, способствует активному развитию лавин, склоновых селей, а также небольших блоковых оползней и оползней-оплывин.

В большинстве случаев здесь как лавины, так и склоновые сели и оползни не достигают больших объемов. Средние объемы лавин здесь обычно не превышают 500 м<sup>3</sup>, склоновых селей – 200 м<sup>3</sup>, оползней-оплывин – 500 м<sup>3</sup>. Что касается блоковых оползней, то их объемы здесь могут превышать 100 000 м<sup>3</sup>.

Активное взаимное влияние лавинных, оползневых и селевых процессов на морских берегах западного побережья Южного Сахалина друг на друга во многом обусловлено высокой повторяемостью этих процессов: склоновые сели и оползни-оплывины сходят здесь раз в 1-3 года, лавины – ежегодно.

Гравитационными склоновыми процессами осуществляется перенос вещества с более высоких на более низкие уровни, и, в условиях западного побережья Южного Сахалина, где расстояние от подножия берегового уступа до моря часто не превышает 50 м, этот материал вовлекается во вдольбереговое перемещение наносов.

Лавины, сели и оползни здесь оказывают влияние на растительность уступов морских террас и приморских пологонаклонных равнин, на их увлажнение, а также на микрорельеф склона.

Так, образованные блоковыми оползнями цирки становятся лотковыми лавиносборами (например, в г. Невельск), из которых сходят лавины гораздо большего объема, чем с существовавших до оползня осовных склонов. Широко распространенные на побережье оползни-оплывины профиль склона меняют несущественно, однако срывают растительный покров зон транзита осовных лавиносборов, что приводит к изменению коэффициентов турбулентного трения лавинного потока, и, тем самым, к изменению динамических характеристик лавин. Сход склоновых селей, также широко распространенных на западном побережье Южного Сахалина, тоже приводит к изменению подстилающей поверхности в зонах транзита лавин.

В свою очередь, при сходе лавин происходит перемещение снега к подножию склона, что меняет условия обводнения оползневых и селевых массивов, приуроченных к морским террасам и приморским пологонаклонным равнинам.

Совокупное действие рассматриваемых процессов приводит к повышению риска для населения и хозяйственно-бытовых объектов, а также затрудняет проектирование инженерной защиты. Однако, в ряде случаев, построенные сооружения защиты от одного процесса могут служить защитой и от других (например, противолавинные галереи в с. Горнозаводск также защищают железнодорожное полотно от оползней-оплывин и склоновых селей).



## Селевые геосистемы средне- и низкогорий бассейна Теберды

Карavaев В.А.<sup>1</sup>, Воскова А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Научно-исследовательский и проектный институт Генерального плана г. Москвы

## Debris flow geosystems in Teberda valley

Karavaev V.A.<sup>1</sup>, Voskova A.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of geography RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Scientific and Project Institute of General Plan of Moscow, Moscow, Russia

Горные геосистемы отличаются высокой динамичностью, к основным проявлениям которой относится интенсивность экзогенных процессов (обвалов, оползней, эрозии, лавин и селей), приводящих к быстрой, зачастую катастрофической, деградации среды обитания флоры, фауны и человека.

В последние десятилетия в горных районах Большого Кавказа активно развивается рекреационно-туристическая сфера, в связи с чем все больше объектов инфраструктуры, в том числе сооружения, здания и автодороги, размещаются без учета опасных экзогенных процессов, в том числе на селе- и лавиноопасных участках. В таких условиях большое практическое значение, как для экологии, так и природопользования, имеет повышение точности прогноза развития селевых и лавинных комплексов, что предполагает не только наличие сведений о структуре конкретных селевых бассейнов и комплексов, но и знание особенностей их динамики.

Изучались два селевых комплекса разного генезиса - в долине реки Гоначхир (дождевого генезиса) и в районе Нижней Теберды (антропогенного). На эти геосистемы внимание авторов обратила М.Н. Петрушина, проводящая там исследования. Полевые работы в летний период 2008-2010 гг., наряду с маршрутными наблюдениями и описаниями, включали поперечное профилирование на разных высотах. Профили закладывались в местах изменения рельефа и растительности в русле, в зоне транзита и на конусе выноса, а также на участках промежуточной аккумуляции.

По данным наблюдений за несколько лет выявлены следующие особенности структуры и динамики модельных геосистем:

1. Основной особенностью динамики лавинно-селевой геосистемы в долине р. Гоначхира является существенный диапазон флуктуаций её структуры. В последнее десятилетие наиболее благоприятные условия по температуре воздуха и осадкам для селевой активности складывались летом 2004 г., когда здесь сошёл сель, достигший реки. Спустя 4 года участки, сложенные мелким материалом, заросли мелколесьем из березы, осины и ивы. В результате схода микроселей в 2008 г. и наложения лавин на селевые отложения в 2009 и 2010 г. эта растительность была уничтожена, и на месте снесенного березового мелколесья стала преобладать поросль осины.

2. Селевая активность в бассейне Теберды в летний период связана с приходом южных циклонов, приносящих тепло и обильные дожди. Однако их влияние сказывается в большей на геосистеме в Гоначхире, где выпадает больше осадков.



3. В пределах бассейна геосистемы в Гоначхире лесные сообщества занимают небольшую площадь, что способствует высокой селевой и лавинной активности, проявляющейся в частых сходах селей (1 раз в 3-4 года).

4. Рельеф геосистемы в районе Нижней Теберды отличается высокими темпами изменений. Особенно заметно это в верхней части комплекса, где крупные лотки засыпаются углём при его выносе из шахты потоками воды.

## **Опасные геоморфологические процессы в долине реки Лъкези**

**В.А. Карavaев<sup>1</sup>, А.В. Воскова<sup>2</sup>, Е.А. Истомина<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Институт географии РАН*

*<sup>2</sup>Научно-исследовательский и проектный институт*

*Генерального плана г. Москвы, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН*

## **Dangerous geomorphological processes in Lkezy River valley**

**Karavaev V.A.<sup>1</sup>, Voskova A.V.<sup>2</sup>, Istomina E.A.<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Institute of geography RAS, Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>Scientific and Project Institute of General Plan of Moscow, Moscow, Russia*

*<sup>3</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia*

Статья посвящена опасным геоморфологическим процессам, протекающим в долине р. Лъкези, расположенной на Центральном Кавказе, в Кабардино-Балкарской республике. Авторами выявлены виды подобных процессов, характерных для долины, участки их локализации и оценена интенсивность. В основу легли результаты полевых исследований 2011 г. и 2012 г., а также анализ крупномасштабной авторской карты. Отражена специфика крупномасштабных ландшафтных исследований горных территорий. Она содержит подробное описание рельефа и растительного покрова долины. Авторы обращаются также к влиянию традиционного местного природопользования на течение опасных геоморфологических процессов.

Исследования были направлены на решение следующих задач: 1) выявление видов опасных геоморфологических процессов и участков, подверженных их воздействию; 2) оценка их интенсивности, периодичности и специфики проявления; 3) определение особенностей ландшафтной структуры участков проявления опасных геоморфологических процессов по сравнению с участками, свободными от их воздействия; 4) составление крупномасштабной карты участков проявления опасных геоморфологических процессов.

В результате работ в долине р. Лъкези выявлено 2 участка активности опасных геоморфологических процессов – в приледниковой зоне Штулу Западного и в месте сужения долины у поворота русла Лъкези с северо-запада на северо-восток. Для приледниковой зоны активности опасных геоморфологических процессов характерны обвалы, осыпи и оползни средней и слабой интенсивности. Для зоны, расположенной в



месте сужения долины – обвалы и осыпи средней, а на участке обрывистого склона – высокой интенсивности. Северо-восточный склон долины Лъкези отличается большей интенсивностью и наиболее широким распространением опасных геоморфологических процессов, что обусловлено большими площадью оледенения и расчленением. Северо-восточный склон богаче по составу фитоценоза и фитомассе, чем юго-западный (6-8 т/га против 1,5-2 т/га соответственно), вследствие экспозиционных различий, большего увлажнения и менее интенсивного выпаса.

## **Сейсмогенные оползни-потоки**

**Каримов Ф.Х.**

*Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан*

## **Seismogenic landslides-flows**

**Karimov F.H.**

*Institute of geology, earthquake engineering and seismology of the Academy of sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan*

В возникновении и прохождении оползней-потоков, которые обладают признаками и оползней и селей, сейсмические эффекты могут играть существенную роль. Например, такие оползни-потоки происходят из-за разрушений плотин водоёмов, водотоков, ледниковых озёр под действием землетрясений, либо из-за сейсмического разжижения грунтов обводненных горных склонов. Косвенное действие землетрясений в возникновении оползней-потоков проявляется при обрушениях пород горных склонов в водоёмы.

Опыт исследований оползней-потоков, возникших в результате землетрясений в районе г.Сочи (Лоо) 4-12 декабря 1970 г. в Российской Федерации (не менее 67 толчков) и Гиссарского землетрясения 23 января 1989 г. в Таджикистане убедительно показал, что оползни-потоки характерны для горных склонов, сложенных ослабленными рыхлыми породами и лёссами. В настоящей работе определены условия для возникновения оползней-потоков при действии сейсмических колебаний на консеквентные оползнеопасные склоны. В рамках капельной модели рассматривается устойчивость равновесия однородного физического тела, расположенного на консеквентном склоне. Приняты во внимание объёмные и поверхностные факторы, играющие роль в устойчивости равновесия тела и его нарушении. При малых размерах тела преобладают поверхностные факторы – площадь контакта тела с подстилающими породами, сцепление, трение. Для тел больших размеров – объёмные факторы – объём тела, его объёмная плотность. Показано, как степень устойчивости тела зависит от размеров тела, его объёмной плотности, угла откоса склона, амплитуды, частоты и поляризации сейсмических колебаний. Рассматриваются случаи обводнения зоны в окрестности поверхности скольжения и обводнения самого тела в результате атмосферных осадков или техногенных воздействий.



Даны оценки для скорости установившегося движения оползня-потока в представлении модели вязкого течения, в которой скорость слоя параболически возрастает с его высотой над плоскостью скольжения. Реально наблюдаемые скорости течения оползней-потоков порядка 1-10 м/с получаются при значениях коэффициента вязкости материалов порядка  $10^3 - 10^4$  Па·с, которые характерны для разжиженных грунтов и тел оползней-потоков.

Анализ массопереноса грунтов оползнями-потоками показал, что объёмы тел оползней-потоков зависят от площади охвата ими русел течения, геометрии русел, высот отрыва оползневого тела на начальной стадии, длин пробега и физико-механических свойств грунтов, вовлечённых в процесс течения.

Показано, что сейсмические воздействия могут ускорять течение неоднородных по составу оползней-потоков, содержащих крупные фракции типа камней, блоков или глыб, посредством инерционного эффекта и понижения эффективного трения с подстилающими породами, тальвегом. Тем самым сейсмические воздействия могут оказывать влияние не только как триггер, но и как усилитель интенсивности прохождения оползней-потоков.

## **Районирование территории Карачаево-Черкесской республики и района Красная Поляна (Западный Кавказ) по селевой активности**

**Кондратьева Н.В., Гяургиева М.М., Кумукова О.А.**

*Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия*

## **Zoning of the Karachaevo-Circassian Republic and the Krasnaya Polyana territory (Western Caucasus) using ranks of debris flow activity**

**Kondratyeva N.V., Gyaurgiyeva M.M., Kumukova O.A.**

*High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia*

В последние 20 лет на Западном Кавказе отмечается усиление селевой активности, что вызвано изменением климатических условий. А так же размещением здесь строительных объектов различного назначения в зоне действия селевых потоков, поэтому становится необходимостью оценка селевой опасности этого региона. Для чего следует определить количественные оценки селевой активности речных бассейнов.

Селевая активность – интенсивность развития селевого процесса во времени и в пространстве. Для оценки селевой активности во времени в пределах одного селевого бассейна используют показатели повторяемости и объема селевых выносов. Эти показатели ранжируются в условных единицах, давая интегральную оценку селевой активности. Другой способ оценки – получение приведенной селевой активности,



которая представляет собой частное от деления суммарного объема селевых выносов за 50-100 лет на число лет, образующих отрезок учтенного времени.

Отсутствие длительного ряда непрерывных наблюдений за сходами селей, с охватом всех звеньев разветвленной речной сети, на территории Карачаево-Черкесской республики и района Красной Поляны не позволяют применить методы определения селевой активности, существующие на настоящее время.

В данной работе представлен метод определения селевой активности по морфометрическим характеристикам (площадь бассейна, уклон русла, длина русла) водотока.

## **Наполнение и сброс воды из прорывоопасного озера Мерцбахера, Тянь-Шань**

**Коновалов В.Г.**

*Институт географии РАН, Москва, Россия*

## **Filling-up and release of water from the outburst-prone Mertzbacher Lake, Tien-Shan**

**Konovalov V.G.**

*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

Источником катастрофических паводков на р. Иньльчек (бассейн р. Сарыджас), продолжающихся 5-8 суток, служит внезапный сброс воды из всемирно известного прорывоопасного озера Мерцбахера. Озеро находится в месте слияния крупнейших на Тянь-Шане ледников Северного и Южного Иньльчек. Рассчитанный его объем колеблется от 140 до 210 млн. м<sup>3</sup>. Площадь гидрологического бассейна озера Мерцбахера ( $F_{bas}$ ) до ледяной плотины, подпруживающей нижнее озеро, равна 322.7 км<sup>2</sup>. По данным спутникового зондирования 2002 г. общая площадь ледников ( $F_{gl}$ ) в бассейне озера Мерцбахера определена в 186.1 км<sup>2</sup>, отношение  $F_{gl}/F_{bas} = 57,7\%$ . Различными авторами за время наблюдений с 1902 г. по 2005 г. зафиксировано 44 прорыва воды из озера Мерцбахера. Самый ранний сброс воды отмечен в середине июля, а самый поздний в конце октября. Для исследования условий формирования озера принято, что продолжительность периода его наполнения в результате таяния снега и ледников, считая с начала июня до даты прорыва, составила от 5 до 14 декад. В каждом из документированных случаев сброса воды из озера за 1931-2005 гг. определены: сумма, среднее, максимум и минимум метеорологических элементов (осадки, температура и абсолютная влажность воздуха, общая облачность), характеризующих по данным высокогорных метеостанций «Тянь-Шань» (3671 м н.у.м.) и «Койлю» (2800 м н.у.м.) условия накопления воды в озере. С этой же целью использованы многолетние данные глобальных климатических архивов: CRU 3.1, GPCC, Aphrodite и Делаверского университета, США. Подготовлена входная информация и по физико-статистической модели автора РЕГМОД рассчитаны составляющие суммарного объема таяния ледников в бассейне озера Мерцбахера в течение 1951-1985 гг. в целом за период абляции и отдельно для заданных интервалов времени от начала июня до даты прорыва озер.





## **Селеопасность Южного Прибайкалья и состояние селезащитных сооружений**

**Лапердин В.К.**

*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия*

## **Mudflow danger in the Southern Baikal region and condition of mud-protection facilities**

**Laperdin V.K.**

*Institute of Earth Crust SB RAS, Irkutsk, Russia*

Южное Прибайкалье после развала СССР является одним из наиболее селеопасных районов России, где в узкой прибрежной полосе оз. Байкала на конусах выноса расположены и продолжают активно развиваться, часто с нарушением закона, города Слюдянка, Байкальск и другие населённые пункты, а также спортивно-туристические, оздоровительные комплексы. Здесь же в зонах повышенной селевой опасности и риска проходят жизненно важные для России и стран Тихоокеанского бассейна, артерии – железная и шоссейная дороги, линии электропередачи и связи, находятся пруды-отстойники, заполненные более чем 6 мл/м<sup>3</sup> отходами Байкальского целлюлозно-бумажного комбината – лигнином.

Для обжитой полосы побережья озера опасными процессами являются абразия берегов, обвалы, оползни-сплывы, а в горах – снежные и каменные лавины. Однако наивысшую опасность для объектов инфраструктуры представляют грязекаменные потоки, плотностью от 1600 до 2500 кг/м<sup>3</sup>, наносоводные сели – до 1600 кг/м<sup>3</sup> и водные паводки.

На территории Южного Прибайкалья в XIX и XX веках проявление селей и наводнений было зафиксировано 17 раз. За прошедшие 81-летний период, с 1863 по 1971гг., средняя частота повторяемости селей и паводков составила раз в 7 лет. Напомним, что только учтенный ущерб государству (тогда не принято было считать убытки, причиненные населению), нанесенный в 1971 году селями и паводками составил 80 млн. руб. (по курсу 1971 г.). Были и человеческие жертвы, о которых также умолчали. Шесть с лишним суток не ходили поезда, были снесены мосты на Федеральной автодороге и прервана связь. Пассажиров и срочный груз переправляли через Байкал на баржах, катерах и самолетах.

После 1971 по 2012 гг. проявления селей в Прибайкалье не наблюдалось и, как следствие, за прошедшие 41 год в руслах рек образовались древесно-каменные завалы, заторы, прорыв которых способен спровоцировать формирование выдающихся по объемам селевой массы грязекаменных потоков. Для чего необходимо сочетание следующих факторов – выпадения 50–100 мм осадков в сутки на фоне многодневного дождевого периода, наличия сезонной и многолетней мерзлоты и снега в горах.

Природа, не напоминая о себе, в какой-то мере способствовала «замораживанию» строительства селезащитных сооружений. На данный период большая часть, возведенных 40 лет назад, селезащитных сооружений пришла в негодность или



утратила свое предназначение и может стать не защитой от селей, а причиной усиления катастрофы.

На основе выше изложенного материала и сложившейся на данный период времени обстановки, территорию южной оконечности оз. Байкала следует отнести к критически опасной. В этой связи необходимо дать оценку современного состояния селеопасности объектов, расположенных в зоне риска и – надежности имеющихся селезащитных сооружений.

При этом обратить особое внимание на защиту оз. Байкал, включенного в реестр Мирового природного наследия, от опасных загрязнителей Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, которые могут быть «выплеснуты» в озеро в результате сильного землетрясения или селей и водных паводков.

## **Техногенные оползни и сели на отвалах грунтов**

**Лобкина В.А.**

*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия*

## **Technogenic landslides and mudflow on waste rock dumps**

**Lobkina V.A.**

*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences,  
Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

При добыче полезных ископаемых открытым способом возникает проблема размещения отвалов вскрышных пород. Данная проблема актуальна и для Сахалина. Особенности рельефа территории острова вынуждают размещать отвалы горных пород в днищах узких долин, на склонах морских и речных террас. Переувлажнение вскрышных грунтов, расположенных на склонах, приводит к формированию связанных селевых потоков и оползней течения. Скорость движения этих потоков мала, но они имеют высокую плотность (свыше  $2000 \text{ кг/м}^3$ ), вследствие чего они представляют серьезную опасность для надземных объектов инфраструктуры.

Приуроченность отвалов горных пород к местам добычи полезных ископаемых, сокращает количество объектов, которые могут оказаться в зоне возможного воздействия селей и оползней, так как места выработок находятся за пределами селитебных территории. Однако протекание данных процессов приводит к перекрытию подъездных дорог к местам выработок, может приводить к разрушению/повреждению линий электропередач, бытовых построек, увеличивает индивидуальный риск.

Формирование техногенных массивов на местах выработки полезных ископаемых приводит к увеличению частоты формирования селей и оползней на определенной территории, которая до начала складирования грунта могла не относиться к опасной зоне.

Например, на территории горнозаводского буроугольного месторождения (южный Сахалин), где производится добыча угля открытым способом, 13.09.2011 г сошел техногенный оползень течения. Протяженность оползня составила - 480 м, ширина 450 м (в самом широком месте), площадь оползня доходит до 22 га, мощность



оползневых отложений в среднем около 2,5 м, общий объем снесенного разжиженного грунта – до 550000 м<sup>3</sup>. Данный оползень, несмотря на свои размеры, не привел к ущербу, так как двигался от места складирования вскрышных пород по не эксплуатируемой территории. Сошедший оползень частично перекрыл русло р. Амурской, что впоследствии может привести к формированию селевого потока из оползневых отложений.

Для уменьшения вероятности формирования техногенных оползней и селей из отвалов техногенных грунтов необходимо проводить мероприятия по их закреплению на склоне, по средствам инженерной защиты, поверхностного схватывания, закрепления откосов растительностью, а также к ужесточению требованию к проектной документации размещения отвалов вскрышных пород.

## **Сели восточного фланга Байкальской рифтовой зоны**

**Лукашов А.А., Токарева Е.А.**

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва,  
Россия*

## **Debris flows of the eastern flank of Baikal rift zone**

**Lukashov A.A., Tokareva E.A.**

*Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

Динамика селей региона определяется:

- 1) сейсмической активностью, особенно - межвпадинных перемычек;
- 2) пестротой коренной геологии, раздробленностью пород, их свойствами, провоцирующими активизацию выветривания;
- 3) крутизной склонов, перепадами высот до 2400 м;
- 4) наличием в очагах рыхлообломочных масс(от глыб до дисперсных грунтов);
- 5) особенностями тепло- и влагообеспеченности.

Летом господствуют дождевые сели, ограниченно развиты снеговые и сейсмогенные сели. Мощные сели сходят после середины июля (когда на гольцах протаивает мерзлота). Частота схода малых селей - 3-5 лет, крупных – раз в 15-20 лет. Грязекаменные потоки преобладают в склоновых бассейнах, водокаменные – в руслах. В селевой массе присутствует древесный материал. Объемы выносов русловых селей достигают 200-300 тыс. м<sup>3</sup>. Сели провоцируются оплыванием склоновых толщ и размывом отложений, скопившихся в русле. Гляциальные сели развиваются при разрушении паводками наледей.

Метеорологические условия обеспечивают частоту селей. Селеопасных осадков за теплый сезон года - от 1 до 7; особо опасных - до 3. Сели наблюдались с 1963 по 2010 годы с шагом 1-18 лет. Выделяется три ареала их активизации.

Осевая часть Кодара, его южный макросклон в бассейнах Сакуканов, Апсата, близ Муйско-Чарской перемычки. Преобладают короткие склоновые сели.

Район озер Леприндо. Селям подвержены умеренно крутые склоны. Селевые конусы спускаются к озеру Малое Леприндо. 28 июля 2002 г. выпала июльская норма



осадков (140 мм): полотно БАМа близ озер оказалось под ударом селевых потоков, сошедших со скоростью 10-15 м/с. Источники материала - морена, коллювий, тектониты зон разломов. Глыбово-валунные селевые массы занимают долину р. Мергели. На склонах гор селевые конусы накладываются друг на друга, перекрывают днище долины, морены. Низкие (до 3 м) и высокие (около 12 м) селевые террасы залесены.

4 июня 2009 году с левого борта долины Среднего Сакукана западнее ручья Того сошел водо-снежный поток; образовался конус выноса шириной 80-100 м, длиной 500-550 м. Преобладающий поперечник обломков 20-30 см; встречаются валуны диаметром 1,5 м. Судя по космоснимкам, ранее здесь существовало селевое русло. Возможно, по нему сходили водоснежные, и водокаменные потоки. Так в Хибинах общие русла используются потоками обоих типов. В 2010 г. в нижней части ущелья Среднего Сакукана новый селевый поток заполнил русло ручья Хавага. Валунная селевая масса задержалась в лесу; водоток прокладывает путь в стороне от русла.

На Удокане русловым селям наиболее подвержены центральная часть хребта и северный макросклон, обращенный к Чарской впадине в районе рек Наминги, Кемена, Нижнего Ингамакита. [Западные предгорья Удокана, обращенные к Чарской впадине, не селеопасны]. В предгорьцовом поясе (ниже 2200 м) развиты водокаменные сели. Селеактивны ручьи Скользящий, Заозерный, Ущелистый, Тектонический, Каменный, Розовый, реки Наминга, Нирунгнакан, Сангиях, Эмегачи. Склоновые сели редки. Днище трога Наминги заполнено селями выше ручья Скользящего. После слияния составляющих Наминги в днище наблюдается сухие русла. В верховьях обычно существует только подрусловый сток, выклинивающийся в среднем течении. Размер обломков в руслах - от сантиметров до 0,7-0,8 м, преобладают валуны диаметром 0,2-0,4 м. В порах - несортированный, неотмытый полимиктовый песок с включениями песчинок метапесчаников. Отмечаются скопления поваленных деревьев.

На северном склоне Южно-Муйского хребта паводки вызываются летними ливнями. Например, в русле реки Баронки многочисленны следы наносоводных паводков.

Значение проблемы селеопасности в регионе связано с экстремальными природными условиями, с ранимостью ландшафтов, с трудностью предсказания их реакции на хозяйственную деятельность.

## **Новый этап изучения селей Прибайкалья**

**Макаров С.А.**

*Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия*

## **A new stage in the study of debris flows in the vicinity of Lake Baikal**

**Makarov S.A.**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia*

В Прибайкалье сохраняются следы селевой деятельности, которая в разные периоды носила катастрофический характер.



Выделяется несколько этапов в изучении селевой деятельности Прибайкалья.

1 этап связан со временем первичного накопления исторических сведений о стихийных событиях, произошедших в XVIII–XIX веках. Эти материалы отражены в Летописях г. Иркутска, где упоминаются преимущественно наводнения и сильные дожди.

Последующие этапы связаны с экономическим освоением территории Восточной Сибири.

2 этап приурочен к строительству Кругобайкальской железной дороги (КБЖД) в конце XIX начале XX веков. В процессе изысканий, строительства и эксплуатации магистрали впервые получены научные данные о селевых потоках.

3 этап связан со строительством Иркутской ГЭС в 50-е годы прошлого века. Сотрудники ряда научных организаций, в том числе Иркутского научного центра заложили научные основы изучения селевых процессов.

4 этап наступил в 70-е годы прошлого века, когда на территории Северного Прибайкалья началось строительство Байкало-Амурской железнодорожной магистрали и в работах по исследованию селей принимали участие многие специалисты со всей страны.

Настоящий период изучения селей можно охарактеризовать как период затяжного спада, когда невостребованными оказались многие геоморфологические направления, обеспечивающие безопасную работу хозяйственных объектов. Относительное селевое спокойствие не может продолжаться до бесконечности и как бы нам не хотелось, обязательно подойдет время природных катастроф.

По степени хозяйственной освоенности территорию Прибайкалья можно разделить на освоенную и нетронутую. Все хозяйственные и жилые объекты преимущественно располагаются на конусах выноса рек, ручьев и временных водотоков, поэтому для данной территории необходимо разработать в первую очередь новую программу мониторинга селевых процессов, преимущественно научно-прикладного характера. В Южном Прибайкалье это территории гг. Байкальска и Слюдянки, п. Листвянки, участка КБЖД. На территорию хозяйствующего субъекта могут выходить несколько селевых долин, поэтому для каждого селевого бассейна необходимо составить Атлас (паспорт) преимущественно картографической направленности, который должен включать: 1 – историческую информацию о ранее прошедших селевых потоках (дендрохронология, геолого-геоморфологические и инженерно-геологические материалы предыдущих исследований); 2 – топооснову, аэрофотоматериалы, космоснимки; 3 – карты природных сред (геологическая, геоморфологическая, растительности, почвенного покрова и др.); 4 – гидрологические материалы (режимные, расчетные); 5 – результаты мониторинга гравитационно-склоновых процессов; 6 – карта размещения хозяйственных объектов с их характеристикой.

На основе анализа всех имеющихся материалов должен быть разработан предварительный прогноз развития селевого процесса, который корректируется в процессе мониторинга. В конечном итоге на основе полученных данных вырабатываются мероприятия по защите объектов.

Организация работ по изучению селей на освоенной территории, например для г. Байкальска должна выполняться совместно с Росгидрометом и включать с их стороны создание автоматизированной системы сбора метеоданных в труднодоступной горной местности (хр. Хамар-Дабан) для получения информации в режиме Онлайн. Кроме того на всех реках в черте города должна вестись автоматическая регистрация колебаний уровня воды и видеофиксация (цветная) всех происходящих событий на водной поверхности.



При создании комплексной системы по изучению и контролю над прохождением селей должна быть разработана система раннего оповещения о возможных селевых последствиях обязательная для исполнения муниципальной властью на местах.

Изучение будущей селевой деятельности в Прибайкалье должно проводиться на новом уровне не только для научных целей, но и для решения ряда практических задач защиты территорий, на которых расположены хозяйственные объекты.

## **Активность селей на территории России и ближнего зарубежья в XXI веке**

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

<sup>1</sup>*ВСЕГИНГЕО, Московская область, Россия*

<sup>2</sup>*Институт географии РАН, Москва, Россия*

## **Debris flow activity on the territory of Russia and neighboring countries in the 21<sup>st</sup> century**

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

<sup>1</sup>*VSEGINGEO, Moscow region, Russia*

<sup>2</sup>*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

Авторами собраны и проанализированы данные о проявлении селей, в том числе катастрофических, в различных горных регионах России и ближнего зарубежья в начале XXI века и проведено сопоставление с особенностями селевой деятельности в XX веке. Анализ проводился по разработанной авторами методике, позволяющей дать оценку активности селей на основании конкретных случаев их проявления. Для анализа условий формирования селей использована типизация циркуляции атмосферы Северного полушария, разработанная под руководством Б.Л. Дзержевского. Материалы типизации с 1899 по 2011 г. размещены в сети Интернет на сайте [www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru).

Многолетние исследования особенностей развития и активизации селей позволили выделить наиболее селеопасные элементарные циркуляционные механизмы (ЭЦМ), при которых в различных районах России и ближнего зарубежья происходит интенсивное разрушение пород, смыв продуктов выветривания и размыв русловых отложений, а также выпадает критическое количество осадков в таком режиме, при котором происходит нарушение устойчивости склонов.

В XXI веке продолжительность южных циклонов (ЭЦМ 13л) уменьшилась, а блокирующих процессов (ЭЦМ 9а, 12а) возросла. Сейчас продолжительность тех и других выше их средней многолетней.

С названными ЭЦМ связаны значительные селевые катастрофы в конце XX и начале XXI века. XXI век начался катастрофическим проявлением селей на р. Герхожансу в июле 2000 года. В июне, августе и сентябре 2002 г. оползни и сели, связанные с выходом южных циклонов и аномальными осадками, отмечались на Северном Кавказе и Сахалине. В этом же году произошел обвал ледника Колка. В эти



же годы были получены материалы о проявлении селей в бассейнах различных рек Таджикистана.

В начале августа 2006 года преобладание ЭЦМ 13л обеспечило в высокогорье Центрального Кавказа очень жаркую погоду. В результате интенсивного таяния ледников в августе этого года прошел достаточно мощный гляциальный сель в верховьях р. Малка. В августе 2007 года при аналогичных метеорологических условиях мощный гляциальный сель прошел в с. Булунгу в долине р. Чегем (Центральный Кавказ). 3 июня 2007 года была разрушена Долина Гейзеров на Камчатке. Катастрофическая ситуация здесь в значительной степени обусловлена циркуляционными факторами и особенностями погоды при ЭЦМ 12а и 9а. Весной 2010 года при повышенной продолжительности ЭЦМ 12а и 13л отмечена значительная активизация оползней и селей в низкогорных районах Таджикистана, в бассейне р. Вахш, где выпало экстремальное количество осадков. Весной 2012 года при ЭЦМ 12а на территории Южного Таджикистана снова произошла катастрофическая активизация селей.

В настоящее время высока вероятность проявления селей, обусловленных погодой при указанных ЭЦМ.

В ближайшие 10-15 лет возможны частые погодные экстремумы, особенно в период максимума 11 – летнего солнечного цикла (2012–2013 гг.). Увеличение годовой амплитуды температуры, происходящее на Северном полушарии в целом, также способствует развитию селевых процессов в различных районах.

Увеличится опасность активизации оползней и селей, обусловленная влиянием техногенного фактора, в частности, в районе Большого Сочи – районе проведения Олимпийских игр 2014 года.

Предотвратить возможные катастрофические события невозможно, но при систематическом ведении мониторинга опасных экзогенных процессов можно свести к минимуму их негативные последствия.

## **Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан**

**Медеу А.Р., Благовещенский В.П., Киренская Т.Л., Ранова С.У.**

*Институт географии Республики Казахстан, Алматы, Казахстан*

## **Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Republic of Kazakhstan**

**Medeu A.R., Blagoveshchenskiy V.P., Kirenskaya T.L., Ranova S.U.**

*Institute of Geography of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan*

Институтом географии Министерства образования и науки Республики Казахстан разработан Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций, опубликованный в 2010 г. Атлас содержит 182 карты по 5 разделам: средства



предупреждения и ликвидации последствий ЧС, природные опасности и риски, биолого-социальные и экологические опасности и риски, техногенные опасности и риски.

Наиболее обширным является раздел «Природные опасности и риски». Он состоит из 106 карт. К природным опасностям относятся гидрометеорологические и геологические опасные явления, природные пожары, опасные инфекционные заболевания людей, массовые заболевания животных, массовое распространение вредителей растений.

В подразделе геологических опасностей и рисков приведены сейсмические карты и карты опасных экзогенных процессов: сели, лавины, оползни, карст, эрозия, просадки грунтов, геокриологические, эоловые и соровые процессы. Большинство карт составлено в масштабе 1:5 млн. На горные районы Казахстана составлены более подробные карты селевой и лавинной опасности в масштабе 1:1,5 млн. Остальные карты природных опасностей и рисков составлены в основном в масштабе 1:7,5 млн.

В подразделе гидрологические опасности и риски приведены карты наводнений на реках Казахстана, нагонных затоплений на побережьях водоемов, недостатка питьевой воды для населения, переработки берегов водоемов. В подразделе метеорологических опасностей и рисков собраны карты атмосферных осадков, атмосферных явлений, климатических экстремумов. В подразделе агроклиматические опасности и риски показаны природные процессы, представляющие собой опасность для сельского хозяйства: Это засухи, суховеи, заморозки, природные пожары.

Для каждого опасного природного процесса составлялись два типа карт: карта степени опасности и карта уровня риска. На карте опасности отображается масштабность проявления опасного процесса, которая обуславливает его разрушительную способность. Для снежных лавин главным показателем опасности является объем лавин, для селей – расход селевого потока. Весь интервал возможных значений показателя опасности разбивается на 5 градаций, которым дается качественное определение степени опасности: слабая, незначительная, умеренная, значительная, сильная. При слабой опасности масштабы проявления опасного процесса на данной территории таковы, что можно избежать ущерба для жизни и здоровья людей без использования защитных мероприятий. При сильной опасности оказывается невозможным обеспечить безопасность жизнедеятельности современными средствами защиты.

На картах риска показывается вероятность нанесения ущерба, поэтому основным показателем для них является повторяемость опасного явления. Она обычно выражается через число случаев в год. Уровень риска, так же, как и степень опасности, разбит на 5 интервалов: низкий, пониженный, средний, повышенный, высокий. Низкий уровень риска соответствует повторяемости опасного явления, способного нанести ущерб, реже одного раза в 1000 лет. Такой риск обычно относят к категории пренебрежимого риска. Высокий риск наблюдается при ежегодной повторяемости разрушительного опасного явления. Риски средний, повышенный и высокий относятся к категории недопустимого риска. На территориях с таким уровнем риска необходимо осуществлять мероприятия по снижению уровня риска.

В 2010-2011 гг. работы по оценке и картографированию природных опасностей были продолжены. В результате был составлен второй том атласа, в который вошли 103 детальные карты на территории, наиболее подверженные воздействию опасных экзогенных процессов: селей, лавин, оползней и обвалов. Карты на отдельные горные районы составлялись в масштабе 1:500 000. Карты на отдельные горные бассейны составлялись в масштабе 1:100 000 и на отдельные участки бассейнов – в масштабе 1:50 000.





## **Прорывоопасность озера Мерцбахера (Ледник Энилчек, Центральный Тянь-Шань)**

**Молдобеков Б.Д.**

*Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан*

## **Outburst hazard of the Mertzbacher Lake (Inylchek glacier, Central Tien-Shan)**

**Moldobekov B.D.**

*Central-Asian Institute of Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgyzstan*

Озеро расположено в центральной части Тянь-Шаня, в районе слияния ледников Северный Энилчек и Южный Энилчек. Оно было открыто Готтфридом Мерцбахером в 1903 году во время его экспедиции в Центральный Тянь-Шань.

После 30-х годов началось изучения озера, оно привлекало внимание своими размерами и ежегодными прорывами с расходами потока до 1000 м<sup>3</sup>/с.

Озеро уникально и поэтому привлекает к себе геологов, гляциологов, гидрологов и других исследователей. Уникальность озера заключается в его генезисе и регулярных ежегодных разгрузках.

Происхождение озера связано с потерей массы ледника Северный Энилчек и его дальнейшее отчленение от Южного Энилчека, в результате чего, последний стал играть роль так называемой ледовой плотины для подпорного озера.

По мнению учёных, время образования современного озера, относится к периоду после окончания на Тянь-Шане малой ледниковой эпохи, т.е. начала или середина XIX века.

Объем озерной ванны в 1985 году составил 0,129 км<sup>3</sup>. Площадь озера равна 3,81 км<sup>2</sup>, средняя глубина 33,85 м максимальное понижение находится у подпорной стенки и составляет 76 м, минимальная глубина 0 – 5 м отмечается у северо-восточной оконечности озера.

С 2009 года на упомянутых ледниках проводятся комплекс непрерывных метеорологических, климатических, гляциологических, геологических, геофизических исследований. Исследования проводятся на базе Высокогорной геонаучной станции названной в честь Готтфрида Мерцбахера, построенной совместными усилиями ЦАИИЗ и GFZ. В настоящий момент в районе озера, в языковой части ледника Южный Энилчек, и в области формирования, с помощью автоматических станций ведётся непрерывный мониторинг за различными геологическими и гидрометеорологическими процессами. Данные со станций поступают в реальном режиме времени на серверы GFZ и ЦАИИЗ.

В 2011 году учёными ЦАИИЗ впервые для исследования мощности ледовой тощи, был опробован метод измерения сейсмических шумов с помощью мобильных трёхкомпонентных сейсмостанций МАРК. В итоге были получены положительные результаты.



С целью понимания механизма прорыва озера, с 2012 года планируется вести непрерывный мониторинг за факторами определяющими регулярные прорывы озера.

В связи с этим в районе озера устанавливается сеть специального оборудования: видеокамеры, абляционные сенсоры и речные пункты, метеорологические, сейсмологические и GPS станции, проводится тахеометрический и GPS мониторинг в режиме RTC.

Одним из примеров являются исследования проведенные в 2011 году, где изучалась взаимосвязь прорывов озера и температуры воды. С этой целью были использованы космические данные MODIS, ALOS/AVNIR2. Был проведен мониторинг развития озера, оценка движений и скорости движений ледника. Учитывались статистические данные - даты прорывов озера Мерцбахера за период 1902-2011.

Анализ результатов исследований позволит в будущем понять механизм прорыва озера и проводить мониторинг в реальном режиме времени как динамики озера так ледников Северный Энилчек и Южный Энилчек.

## **Исследование устойчивости длинных одномерных волн в гиперконцентрированных наносами селях**

**Натишвили О.Г.<sup>1</sup>, Тевзадзе В.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*НАН Грузии, Тбилиси, Грузия*

<sup>2</sup>*Институт водного хозяйства Технического университета Грузии, Тбилиси, Грузия*

## **Study of stability of long one-dimensional waves in the hyperconcentrated alluvial debris flows**

**Natishvili O.G.<sup>1</sup>, Tevzadze V.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Georgian National Academy of Sciences, Tbilisi, Georgia*

<sup>2</sup>*Georgian Institute of Water Management of Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia*

Неустойчивость в гиперконцентрированных наносами селевых потоках, как и при перемещении ньютоновских жидкостей, возникает тогда, когда скорость непрерывных одномерных волн  $V_g$  превышает скорость динамических волн  $C$ , распространяющихся по поверхности потока т.е.

$$V_g > V + C \tag{1}$$

где  $V$  – средняя по сечению скорость селя при равномерном режиме движения:

$$V = \frac{g \sin \theta H^2}{\nu} f(\beta) \tag{2}$$

$$C = \sqrt{gH \cos \theta_1} \tag{3}$$



$H$  – полная глубина равномерно движущегося потока;

$i = \sin \theta$  – уклон дна водотока;

$\theta_1$  – предельное значение наклона плоскости водотока, при котором селевая смесь определенной глубины и заданной консистенции начинает перемещаться.

$$f(\beta) = \frac{\beta}{2}(\beta^2 - 1) + \frac{1}{3}(1 - \beta^3) \quad (4)$$

$\beta = \frac{h_0}{H}$ ;  $h_0$  – глубина ядра (безградиентного слоя) потока;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости.

$$V_c = \frac{3giH^2}{\nu} f(\beta) \quad (5)$$

С учетом (2), (3), (5) в в замен (1) получим:

$$\frac{VH}{\nu} f(\beta) > \frac{1 \cos \theta_1}{4 \sin \theta} \quad (6)$$

где  $\theta_1 \leq \theta$ .

Зависимость (6) характеризует условие неустойчивости одномерных длинных волн в гиперконцентрированных наносами селевых потоках движущихся со скоростью  $V$ .

## **Противоселевая инженерная защита объектов при использовании конструкций гибких барьеров компании Маккаферри**

**Оленичев Д.В.**

*ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ», Москва, Россия*

## **Debris flow engineering protection of objects using Maccaferri flexible barriers**

**Olenichev D.V.**

*MACCAFERRI GABIONS CIS Ltd., Moscow, Russia*

Большинство известных способов защиты объектов и территорий от схода сели можно свести к следующим методам:

Активные способы защиты:

- закрепление свободно лежащих пород и укрепление части массива подверженному поверхностному разрушению в бассейне формирования селеопасных отложений;

- изменение угла наклона логов с ликвидацией или ослаблением факторов, требуемых для ее возникновения;

Пассивные способы защиты:



- пропуск селевых потоков в пределах специальных инженерных сооружений – селепроводов;
- деление потока селя на более мелкие;
- отвод селей в специально отведенные для них места;
- улавливание и аккумулятивное составление материалов сели до защищаемых объектов и территорий.

Обычно активный способ борьбы с возникновением схода сели требует более существенных затрат, чем устройство заградений, русел, селепроводов, т.е. использование пассивных способов защиты.

Одним из самых распространенных способов использования пассивной системы защиты является устройство улавливающих бассейнов из габионов и монтаж сетчатых барьерных конструкций, причем устройство последних может быть в несколько раз дешевле сооружения бассейнов.

Компания «Маккафери С.п.А.» предлагает решения с применением конструкций гибких барьеров и устройства защитных насыпей.

Гибкий Барьер представляет собой систему, состоящую из перехватывающей панели, стоек, оттяжек, тормозных элементов и системы крепления стоек к скальному массиву или грунту. Все конструктивные элементы изготовлены из металла с цинковым покрытием класса «Ж». Барьер предназначен для защиты объектов на обрушающихся склонах и может устанавливаться на любых скальных породах, а также руслах, созданных сходами селевых потоков со сложной морфологией за короткий промежуток времени. Геометрия барьера предусматривает воздействие длительной расчетной нагрузки, перехватывающая панель обладает высоким коэффициентом рассеивания энергии от действующего потока. Монтаж барьера в русле не требует установки стоек, в отдельных же случаях стойки монтируются выше бровки склона для увеличения объема улавливаемого потока. Оттяжки воспринимают большую часть энергии, а тормозной элемент гасит ее путем деформации двух алюминиевых труб.

Барьеры применяются как система преград и рассчитываются с учетом нагрузки заполнения барьера и перелива селевого потока. 1 барьер способен удержать объем сели до 3000 м<sup>3</sup>. Конструкция не требует замены и после очистки барьера может эксплуатироваться в расчетных диапазонах.

Защитные насыпи предназначены как для удержания потока, так и для разделения их на более мелкие потоки. Насыпи монтируют из материалов: «Террамеш», «Зеленый террамеш» и габионов. В качестве тела насыпи могут использоваться как дренирующие так и местные грунты. Так как монтаж таких насыпей возможен только на почти горизонтальной поверхности и требуется наполнитель тела насыпи, то обычно их возводят в зоне аккумуляции сели. Преимущество насыпей перед гибкими барьерами заключается в том, что объем, улавливаемый сооружением, в основном регламентируется пространством для аккумуляции селя, имеет более простые и дешевые эксплуатационные характеристики и более эстетичный вид после зарастания его растительностью, семена которой вносятся в облицовочную панель при помощи гидропосева.

Пассивная защита – это метод защиты, который требует прогнозирования объема селевых потоков и их динамики, после схода сооружениям требуется частичный ремонт и очистка, а также заметно ниже стоимость, чем устройство активных способов защиты. Противоселевые конструкции барьерного типа получили широкое применение за счет высоких показателей надежности, простоты проектирования и монтажа, что и обеспечивает их высокую популярность.



## **Исследование селевых потоков в Крымском и Карпатском регионах**

**Олиферов А.Н.**

*Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, географический факультет, Симферополь, АР Крым, Украина*

## **Investigation of debris flows in the Crimea and Carpathian region**

**Oliferov A.N.**

*Taurida National V.I. Vernadsky University, Faculty of Geography, Simferopol, Autonomous Republic Crimea, Ukraine*

Изучение селевых потоков и проведение селезащиты началось в Крыму и Карпатах достаточно давно. Когда Карпатский регион входил еще в состав Австро-Венгрии, в 1884 году была создана служба Wildbach und Lawinenveberlanung, в ней - секция для карпатских и судетских районов. В Крыму исследование селей началось в 1955 году в результате работы инициативной группы, в которую входил автор. Правительством были привлечены к изучению селей в горных странах Украины в 1960 г. подразделения Гидрометслужбы УССР и Министерства геологии УССР.

При изучении селей в Крыму и Карпатах применялись почти все известные методы их изучения. Исходную информацию получали методом маршрутных исследований и стационарным. Из экспериментальных применялся метод искусственного дождевания. Для оценки распространения селевых потоков был составлен ряд карт и опубликован кадастр-каталог селевых потоков. Гранулометрический и минералогический состав селевых отложений изучался лабораторными методами.

Селевые потоки в Крымском и Карпатском регионах характеризуются следующими параметрами. В основном, они проходят в виде одного, реже – двух или трех валов высотой от 2 до 3,5 м. Расходы до 10 м<sup>3</sup>/с не отмечаются даже в Крыму. Количество случаев от 20 до 50 м<sup>3</sup>/с преобладает в обоих регионах. Сели с расходами от 80 до 150 м<sup>3</sup>/с отмечены только в Карпатах.

По гранулометрическому составу примерно половина отобранных проб соответствует водно-мелкоглыбовым селям, а вторая половина – водно-щебнистым. Грязекаменные селевые потоки проходят очень редко, главным образом, в Карпатах при переходе оползней в селевые потоки.

По минералогическому составу глинистой фракции селевой массы в ней преобладает гидрослюда. Только в 10% проб, отобранных в Карпатском регионе, обнаружен монтмориллонит. Поэтому преобладают несвязные сели, а связные проходят в виде исключения.

Прогнозирование селей, помимо известных методов, можно проводить с использованием Интернета. Получая данные об осадках из Интернета и обрабатывая их с помощью специальных компьютерных программ, можно прогнозировать возможность прохождения селя.

Противоселевые мероприятия подразделяются на три группы: гидротехнические, лесомелиоративные и организационно-хозяйственные. К гидротехническим относятся



система запруд-барражей на шоссейных и железных дорогах в Карпатах и селеотводящие каналы на крымских виноградниках. Лесомелиоративные – в Крыму посадка лесных культур на террасах, создаваемых механизированным способом, в разработке которого принимал участие автор. Организационно-хозяйственные мероприятия в Карпатах – это прекращение внеплановых рубок и охрана горных лесов.

## **Метеорологические и геоморфологические факторы, влияющие на селевую активность во Французских Альпах: региональный подход**

**Павлова И.О.<sup>1</sup>, Экерт Н.<sup>2</sup>, Граншер Д.<sup>1</sup>, Джомелли В.<sup>1</sup>, Брунштейн Д.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Лаборатория физической географии (LGP, CNRS), Медон, Франция*

<sup>2</sup>*Лаборатория склоновых процессов, снега и лавин (ETGR, Cemagref), Гренобль, Франция*

## **Meteorological and geomorphical context of debris flows occurrence in the French Alps: a regional investigation**

**Pavlova I.<sup>1</sup>, Eckert N.<sup>2</sup>, Drancher D.<sup>1</sup>, Jomelli V.<sup>1</sup>, Brunstein D.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratoire de Géographie Physique de Meudon (CNRS), France*

<sup>2</sup>*Erosion torrentielle, neige et avalanches (Cemagref), Grenoble, France*

Среди прочих факторов, инициирующих сход селевых потоков, метеорологическая обстановка и геоморфологические характеристики селевых бассейнов являются основными. Целью нашего исследования было определение факторов, влияющих на селевую активность во Французских Альпах, за последние сорок лет.

Селевые потоки часто спровоцированы обильными осадками с одной стороны, специфической геоморфологической ситуацией - с другой. Оба фактора достаточно хорошо изучены в мелком масштабе или, наоборот, при точечных изысканиях. При этом недостаточно внимания уделено методике количественного расчета влияния метеорологических характеристик с учетом геоморфологической составляющей на сход селевых потоков в среднем масштабе, пригодном, например, для изучения Французских Альп. Для столь пестрого региона концепция связи двух главных факторов является необходимой для предотвращения стихийных бедствий в условиях меняющейся климатической обстановки.

Наш метод заключается в анализе влияния метеорологических характеристик в регионе, а также геоморфологических параметров селевых бассейнов, при помощи вероятностной модели на основе многомерного статистического подхода. Данные о точных датах схода селей из 286 селевых бассейнов предоставлены лесной службой, регистрирующей стихийные бедствия. Характеристики каждого селевого бассейна включают морфометрические (площадь бассейна, его основные высоты, средний уклон, преобладающая экспозиция и др.) и геоморфологические (такие как тип литология, тип подстилающей поверхности) показатели. Годовые региональные



метеорологические параметры (такие как среднегодовая сумма осадков, количество дождливых дней, среднегодовые температуры воздуха в летний период) были рассчитаны как средние значения по региону на основе данных реанализа Сафран.

Для выявления закономерностей годовой селевой активности был применен вероятностный логистический анализ, связывающий метеорологические параметры с базой данных о сходе более 600 селевых потоков за период с 1971 по 2005 годы. Примененная иерархическая логистическая вероятностная модель позволяет анализировать значимость каждого отдельного геоморфологического и метеорологического параметра.

Результаты демонстрируют пространственную изменчивость факторов, влияющих на случаи схода селей. Метеорологические причины схода селевых потоков на юге и севере Французских Альп различны. Так, на севере Французских Альп большинство случаев схода селей связаны с продолжительными ливнями. Модель, объясняющая 76% случаев, связывает сход селей с годовым количеством дождливых дней. На юге основным спусковым механизмом являются летние кратковременные, но более интенсивные грозы. В самую достоверную модель (83%) входят два метеорологических признака – число дней в году с осадками, превышающими 20 мм/день, а также среднегодовая минимальная температура в летний период. При рассмотрении влияния геоморфологических факторов четко прослеживается увеличение селевой активности с юга на север при смене мраморных пород на известняковые. Существенную роль в модели также играют такие показатели как средний склон и подстилающая поверхность, тогда как влияние высоты и площади бассейна значительно ниже. В целом стоит отметить, что иерархический логистический анализ, сочетающий метеорологические и геоморфологические факторы, демонстрирует преобладающее влияние метеорологической составляющей при оценке влияния на селевую активность.

## **К изучению водоснежных потоков в Хибинах**

**Перов В. Ф.**

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

## **Investigation of slushflows in the Khibiny Mountains**

**Perov V. F.**

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

Со времени выхода в свет обобщающего издания по водоснежным потокам (ВСП) в Хибинских горах (2001) прошло более 10 лет; возникла необходимость дополнений и уточнений по отдельным вопросам.

1. Типология селевых явлений. Автор, как и большинство исследователей, относит ВСП к селеподобным явлениям. Анализируя водоснежные потоки, следует помнить о других видах селевых явлений и характере их взаимосвязей. К таким видам в



Хибины относятся склоновые сели (водо- и грязекаменные по составу) и селевые паводки, характеризующиеся размывом и переотложением руслового аллювия и слабо развитыми селевыми грядами. Приведены примеры.

2. Распространение. На картосхеме распространения ВСП в Хибины выделено более 200 самостоятельных бассейнов. Это количество можно считать завышенным по двум обстоятельствам: 1) дешифрирование крупномасштабных аэрофотоснимков и космических снимков показало, что, по крайней мере, в 20 случаях среди выделенных бассейнов какие-либо признаки схода ВСП отсутствуют; 2) около 50 бассейнов ВСП являются не самостоятельными, а частными водосборами, объединенными с другими единым селевым руслом. Такие сложные бассейны, состоящие из нескольких частных должны учитываться как единый комплекс водотоков, т. к. именно они при одновременном сходе порождают потоки с максимальными значениями объемов выноса и длины пути. Приведена уточненная картосхема распространения ВСП в Хибины.

3. Изучение повторяемости ВСП дендрохронологическим методом позволило получить его среднее значение – один раз в 10 лет. Межселевой интервал по отдельным бассейнам лежит в диапазоне от 2 до 14 лет. График распределения случаев схода ВСП позволяет выделить две группы бассейнов: с повторяемостью каждые 2-7 лет и 8-14 лет. Большой разброс значений и выделение двух групп бассейнов позволяет предположить, что при отборе образцов в первую группу дополнительно были включены образцы, характеризующие сход снежных лавин, а во вторую – сход селевых паводков. Это объясняется наложением в пределах одного бассейна одного процесса на другой, а также близостью внешних признаков разных явлений.

## **Селевые потоки, вызванные прорывом гляциальных высокогорных озер на территории Таджикистана**

**Пирмамадов У.**

*Международная Организация Фокус Гуманитарная Помощь, Хорог,  
Таджикистан*

## **Debris flows as a result of glacial lake outbursts in the territory of the Republic of Tajikistan**

**Pirmamadov U.**

*Focus Humanitarian Assistance, Khorog, Tajikistan*

В данном докладе-презентации рассматриваются действия одного из проектов международной организации Фокус Гуманитарной Помощи, «**Повышение потенциала и мониторинг отдаленных гео-угроз**», в сфере осведомлении и подготовки местных общин к стихийным бедствиям, в том числе и сели вызванные прорывом гляциальных высокогорных озер на территории Таджикистана. Так как 93 % территории Таджикистана охвачено горными массивами с обширными площадями ледников в верховьях этих гор, в результате таяния этих ледников образуются





гляциальные озера, которые являются очагом риска для местных общин. В большинстве случаев население, проживающее у подножия таких долин подвергается риску селевых потоков или опасных паводков, которые образуются в результате прорыва этих озер. В связи с тем, что очагов образования этих бедствий находятся очень далеко от жилых зон, люди проживающие в зоне риска не осведомлены об этих угрозах и не осознают серьёзность риска. Таким образом, проектом предусмотрены меры по вовлечению местных общин в процессе работы по оценке и уменьшению риска, чтобы они сами осознали важность данной проблемы.

Затрагиваются проведенные научные исследования под руководством специалистов из Университета природных ресурсов и прикладных наук, Вена, в партнерстве с таджикскими специалистами, также об осуществление мероприятия по укреплению потенциала правительственных учреждений в области оценки риска и картирования селевых потоков вызванных прорывом гляциальных высокогорных озер. В докладе-презентации говорится о структурных и неструктурных мерах, которые предпринимаются для повышения осведомленности и готовности населения к таким угрозам. В нем рассказывается о таких действиях как детальная оценка угроз, проведение различных семинаров на различных уровнях и оценка уязвимости местных общин к стихийным бедствиям, которые предпринимаются командой оценки состоящий из специалистов разных областей, такие как старший геолог и его помощник, специалист по ГИС (Географическая Информационная Система), социальный мобилизатор и инженер по митигации. Также доклад-презентация содержит информацию о структурных митигационных проектов, которые проводятся после детальной геологической и социальной оценки на уровне общин и направленные на уменьшение риска и ранее оповещение населения в случае возникновения селевых потоков, вызванных прорывом гляциальных высокогорных озер на территории Памира.

## **Ландшафтно-индикационные исследования селевой активности на Центральном и Западном Кавказе**

**М.Н. Петрушина, Е.Г. Сулова**

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

## **Landscape-indication studies of debris flow activity in the Central and Western Caucasus**

**M.N. Petrushina, E.G. Suslova**

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

Селевые потоки изменяют структуру горных ландшафтов, что позволяет использовать их характеристики для индикации мест схода и активности этих стихийных процессов. Концепция ландшафтной индикации основана на учении о сукцессиях и построении ландшафтно-генетических рядов геосистем и эколого-генетических рядов растительных сообществ, как наиболее информативного



компонента ландшафтов. Выявление этих рядов, закономерностей их пространственного размещения в местах схода селевых потоков разной частоты, мощности и типа может служить хорошей базой для интерпретации дистанционного материала при изучении стихийных процессов и мониторинга горных ландшафтов. При изучении селевой активности на Северном Кавказе особенно широко использовались фитоиндикационные методы в 60-80-е годы XX века сотрудниками географического факультета МГУ (Турманина В.И., Кондакова Н.Л., Сейнова И.Б. и др.). Основными объектами их исследования были долины Центрального Кавказа, преимущественно Приэльбрусье.

Целью наших исследований стало выявление особенностей формирования ландшафтов в местах схода селевых потоков разного типа в разных высотных поясах, поиск информативных индикаторов их активности и определение скорости ландшафтных сукцессий. Главными объектами изучения стали селевые геосистемы бассейнов рек Центрального Кавказа (Баксан, Чегем, Черек Безенгийский, Урух) и Западного Кавказа (Теберда, Мзымта). Использовался комплекс методов – крупномасштабное ландшафтное картографирование (М: 1:25000, 1:10000), повторные описания на эталонных площадках, в том числе морфометрические работы, фитоиндикация и лишеноиндикация, анализ разновременных фото-, аэро- и космических снимков TERRA, IRS и LANDSAT. Скорость сукцессий изучалась на отложениях с известной датой схода селя или их возраст определялся по лишенометрической шкале. Особое внимание уделялось формированию ландшафтов на молодых конусах последних десятилетий. По методике Браун-Бланке были выделены единицы растительности селевых конусов и построены эколого-динамические ряды растительных сообществ, разные сочетания которых, а также особенности в целом ландшафтной структуры и ее динамики стали критериями при типологии конусов.

Выделено пять основных типов и несколько подтипов селевых конусов. Выявлено усложнение структуры ряда конусов за счет активизации на них в последнее десятилетие схода снежных лавин. Отмечено также изменение низкогорных и среднегорных ландшафтов, особенно на Западном Кавказе за счет схода небольших селей с зоной формирования в лесном поясе, преимущественно как следствие усиления антропогенного воздействия.

Выявлено, что при индикации схода селей следует учитывать не только состав и структуру фитоценоза, но и особенности почв и рельефа. На первых сукцессионных стадиях наиболее информативными показателями возраста отложений являются видовой состав травостоя, проективное покрытие травостоем, возраст и высота древостоя, на более поздних стадиях увеличивается роль характеристик почв (мощности, выраженности горизонтов, содержания органического вещества и др.). Хорошим индикатором часто становится лишайник *Rhizocarpon geographicum*, имеющий определенный прирост в разных природных условиях. Установлены общие черты и индивидуальные особенности сукцессионных стадий на селевых конусах и скорость их прохождения в зависимости от положения в разных высотных поясах, мощности и гранулометрического состава отложений и т. д., определены основные виды растений-индикаторов этих стадий. В настоящее время на конусах возрастом 10-11 лет отмечаются слабые изменения в ландшафтных сукцессиях, на конусах 6-8 лет продолжается уменьшение видовой разнообразия растений в связи с началом стадии молодого подростка.

Исследования являются основой для создания разномасштабных индикационных карт и карт динамики ландшафтов на зоны воздействия селей. Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 10-05-00774-а.



## Критерии активности и катастроф селей

Познанин В.Л.

*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ),  
МПП – РАН, Москва, Россия*

## Criteria of debris flow activity and disasters

Poznanin V.L.

*Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements, Ministry  
of Natural Resources and RAS, Moscow, Russia*

Различные генетические типы селевых потоков характеризуются широчайшим диапазоном перемещаемых объемов вещества (50 тыс. – 100 млрд. м<sup>3</sup>), скоростей (2 – 150 м/с), глубины (2 – 200 м), длины пройденного пути (2 – 700 км) при ограниченной плотности селевой массы (900 – 2400 кг/м<sup>3</sup>) [Перов, 1991, 1996 и др.].

Селевая активность территории традиционно оценивается в баллах по соотношению среднего максимального объема выноса обломочного материала и доли площади селевых бассейнов или количества селевых русел [Селеопасные..., 1976; Перов, 1996 и др.].

Активность селей и других экзогенных геологических процессов представляет собой энергичность их протекания и воздействия на любые природные и техногенные объекты. Сель, как и другие материальные объекты, обладает энергией, а соотношение энергий их взаимодействия определяет селевое поражение территории.

Энергетический подход к изучению селей и других экзогенных геологических процессов предпринимался в 80 – 90 годы прошлого века [Колотилин и др., 1988; Познанин, 1991, 1995; Воскресенский, Марахтанов, 1998, 2001] и был существенно усовершенствован в последнее время путем физического обоснования энергетического эталона активности селей и разработки критериев катастроф [Познанин, 2009 - 2012].

В качестве эталона активности использован лед, подвижность которого – модель любого экзогенного процесса. Уникальным свойствам льда – ползучести, текучести, разрушаемости – соответствует высота ледяного куба 1, 11, 110 м и внутренняя энергия  $E_1 = 3,07 \times 10^8$  Дж,  $E_2 = 4,1 \times 10^{11}$  Дж,  $E_3 = 4,09 \times 10^{14}$  Дж как мера работы по трансформации и перемещению любого объема селевой массы с заданной скоростью. Исходя из скоростей селей и плотности селевой массы определены объемы выноса и построена кривая катастроф по величине эталона  $E_2$ . Пороговые параметры катастроф селей: скорость – 8-30 м/с, объем – около 1 млн. м<sup>3</sup> плюс-минус 50%.

Кинетическая энергия селевых потоков любого масштаба, отнесенная к величине эталона  $E_2$ , представляет собой модуль активности селей, выражаемый целыми числами или долями единицы. Единица – порог катастрофичности. Используя все три значения величины внутренней энергии эталона, а также тысячные доли энергии 1 м<sup>3</sup> льда, предложена шкала активности селевых потоков по количественным критериям в виде следующей таблицы.



Таблица. Критерии активности и катастрофичности селей

| № | Активность       | Энергия селей, Дж        | Модуль активности | Тип селей                                     |
|---|------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | грандиозная      | более $4 \times 10^{14}$ | более 1000        | Исландский                                    |
| 2 | катастрофическая | $4(10^{11} - 10^{14})$   | 1 – 1000          | Казбекско-Уаскаранский                        |
| 3 | высокая          | $4(10^8 - 10^{11})$      | 0,001 – 1,0       | грязеводакаменный                             |
| 4 | средняя          | $4(10^5 - 10^8)$         | $10^{-6} - 0,001$ | средние и мелкие сели всех генетических типов |
| 5 | низкая           | менее $4 \times 10^5$    | менее $10^{-6}$   |                                               |

## Эволюция селевых ледниковых очагов на Кавказе

**Познанин В.Л.**

*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ),  
МПП – РАН, Москва, Россия*

## The evolution of the glacial debris flow initiation areas in the Caucasus

**Poznanin V. L.**

*Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements, Ministry  
of Natural Resources and RAS, Moscow, Russia*

Селевые очаги в ряде высокогорных районов Кавказа представлены компактными ледниковыми системами – Герхожан, Бирджалычиран, Темир и др. В пределах ледниковых цирков северной экспозиции обычно расположены 1 – 2 деградирующих ледника, 1 – 4 подпрудных озера или следы их существования, разрастающиеся моренные комплексы с погребенным льдом, пронизанные сложно построенными каналами стока – открытыми и скрытыми.

В бассейне р. Темир выявлены три стадии селевых прорывов озера Кахаб-Росона объемом до 500 тыс. м<sup>3</sup> с 1900 по 1977 годы. В результате полевых исследований в 1975 – 1977 годах установлено, что первые прорывы селеформирующих расходов воды происходили по внутренним каналам стока, которые зародились по боковым ледниковым трещинам вдоль левого (западного) борта цирка. К 1940 году каналы сместились на восток на 150 – 200 м: в течение 2 – 3 лет последовала вторая серия



селевых прорывов. В 1969 – 1977 годах наблюдалась последняя стадия формирования селей, когда каналы сместились еще на 200 – 400 м, достигнув максимального объема более 100 тыс. м<sup>3</sup>. Каналы стока за 70 – 80 лет закономерно смещались в плане по ходу часовой стрелки в виде дугообразной кривой [Познанин, 1978, 1979]. К 1980 году сели прекратились – рухнула кровля каналов и возник открытый сброс воды из резко обмелевшего озера (устное сообщение кандидата географических наук А.Магомедова).

В верховьях р. Бирджалысу расположен селевой морено-ледниковый комплекс, где с 1957 по 2007 годы последовательно возникло несколько мелких и крупных озер, которые периодически прорывались при понижении ледяных перемычек гряды срединной морены в результате абляции [Багов и др., 2008]. Анализ данных указывает на возрастание темпов деградационного развития ледникового языка, усиление заморенности его поверхности, непрерывное изменение местоположения, конфигурации и размеров озер, возрастание извилистости открытых водотоков, а в последние годы – возникновение внутриледниковых каналов сброса воды. Отчетливо прослеживается общая тенденция возникновения, смещения и прорыва озер слева – направо – вверх по леднику. Судя по ряду признаков, активность селевого очага возрастает.

В бассейне р. Герхожан расположен знаменитый селевой очаг ледников Каярты, в котором с 1937 по 2011 годы формировались сели ледниково-дождевого генезиса эрозионно-прорывного типа [Тушинский и др., 1966; Сейнова, Золотарев, 2001; Черноморец, 2005 и др.]. По материалам, любезно предоставленным Е.А.Золотаревым и М.Д.Докукиным, удалось установить места выбросов внутриледниковых вод на поверхность и нанести их на топооснову 1:10000. Анализ всего массива данных показал, что внутри ледника существует и постоянно изменяется сложная древовидная сеть каналов переменного сечения и длины – внутренние емкости четковидной формы объемом от сотен до тысяч м<sup>3</sup>. Летом через систему трещин каналы заполняются водой, когда возникает особый «ныряющий» транзитно-аккумулятивный режим стока. Слияние смежных емкостей сопровождается ростом уровня и давления воды, вызывая иногда их лавинообразное опорожнение. За 50 лет места селеформирующих прорывов воды перемещались слева – направо – вверх по леднику суммарно на расстояние более 1,5 км. Активный селевой режим в очаге пока сохраняется – селя 3 августа 2011 г.

Таким образом, исследование пространственно-временного развития путей сброса талых вод с деградирующих ледниковых систем Кавказа позволяет проследить почти 100-летнюю эволюцию различных селевых очагов прорывного типа. Закономерное плановое смещение открытых и скрытых емкостей талых вод по ходу часовой стрелки обусловлено действием кориолисовых сил, вызывающих усиление теплового и диссипативного воздействия воды на правые стенки каналов и ледяные уступы, которые расширяются и отступают вверх по леднику за счет попятной термоэрозии. Избирательное термомеханическое воздействие воды на лед в сочетании с пластической деформацией ледникового тела обуславливает двойственное развитие каналов стока – перманентное и скачкообразное, соотношение которых определяет угасание, стабильность или активизацию селевых очагов в каждом конкретном случае.



## Геодинамический потенциал формирования селей

**Ревзон А.Л.**

*Научно-исследовательский институт транспортного строительства (ЦНИИС),  
Москва, Россия*

## Geodynamic potential of debris flow formation

**Revzon A.L.**

*TsNIIS, Moscow, Russia*

К более чем 50-летней истории исследований закономерностей развития селей, прошедшей со времен деятельности одного из основоположников отечественного селеведения С. М. Флейшмана, мало что можно добавить к познанию механизма и морфологии этого многокомпонентного по генезису разрушительного процесса. Современный вклад в развитие селеведения в настоящее время идет по пути совершенствования инструментария исследований, позволяющего измерять, классифицировать, рассчитывать, моделировать и прогнозировать формирование и последствия процесса с учетом новых данных о параметрах современных селевых потоков и их причинно-следственных связях.

Наиболее информативной системой получения данных о закономерностях зарождения и формирования селевых потоков является аэрокосмическое зондирование, выполняемое с различных видов носителей съемочной аппаратуры в широком диапазоне электромагнитного спектра. Именно благодаря этой системе стало возможным проследить как идет формирование селя от верховий горной долины до устьевого выноса, что в условиях многоярусного, сильно расчлененного горного рельефа, другими методами не столь информативно. Наличие в настоящее время соответствующих карт практически на все селеопасные районы России при составлении которых применялись материалы аэрокосмических съемок свидетельствует в пользу этого.

Однако анализ подобных карт (в основном мелко- и среднемасштабных) позволяет заключить, что взаимодействие различных эндо-и экзогенных склоновых процессов при формировании твердой составляющей селевых потоков отражается на них недостаточно полно, без фиксации конкретных очагов склоновой денудации, в том числе сейсмодислокаций, их классификации, оценки интенсивности развития склоновых процессов (динамичности, относительного возраста, механизма и направленности смещений горных пород). Изучая селевой процесс, мы должны исследовать не только морфологию селевых долин и их водный режим, но и все процессы, благодаря развитию которых горные долины, пополняются рыхлым и обломочным материалом: сейсмо-тектонические, ледниково-гляциальные процессы, обвалы, осыпи, оползни и их комбинаторику, причем в динамике по методологии мониторинга в режиме реального времени.

Поэтому исследования по оценке селеопасности должны опираться на комплексный геодинамический анализ селевого бассейна и иметь в качестве одного из результатов соответствующий оценку эндо- и экзодинамического потенциала изучаемого района. Опыт исследований автора позволяет включить в систему



специализированной ГИС карту, содержащую информацию по: зонированию водосборных бассейнов по типам очагов формирования селей; геодинамический потенциал конкретных селевых очагов; селевую активность в пределах конкретных очагов. В зависимости от детальности отражения информации, она может быть представлена в виде отдельных аналитических послонных карт, либо в виде одной карты с синтезированной информацией. Для получения этих данных целесообразно использование аэрокосмической информации, содержащейся в специализированных фондах Российской Федерации и новую информацию из космоса, получаемую по радиоканалам.

Автор, на основе созданных им специализированных банков данных аэрокосмической информации по горным районам России и стран ближнего зарубежья демонстрирует возможности оценки геодинамического потенциала как фактора формирования и пополнения твердой составляющей селей.

### **Верховья Актру (Алтай) – территория современных экологических рисков. Об экстремальных камнепадах и грязекаменных селях в июле 2012 года**

**Рудой А.Н., Вершинин Д.А., Собянин И.А.**

*Томский государственный университет, Томск, Россия*

### **The upper Aktru valley as a territory of modern ecological risks: the extreme rockfalls and rock mudslides in July 2012**

**Rudoy A.N., Vershinin D.A., Sobyenin I.A.**

*Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Верхняя часть долины Актру подвержена систематическим селям и камнепадам, а в зимний период – лавинам. Между тем летом здесь, кроме присутствия работающих учёных и студентов, проводятся альпинистские и туристские сборы, в которых могут участвовать ежегодно тысячи человек.

14-16 июля 2012 года мы наблюдали и испытали массовый сход мощных грязе-глыбовых водонасыщенных селей с обоих бортов долины на участке, где расположены альплагеря и научный стационар Томского университета. Были проведены специальные обследования некоторых крупных селевых очагов, которые показали, что в зону селей могут попасть и жилые помещения стационара, и альплагеря (рис.1).



Рисунок 1. Сель по долине реки Актру непосредственно у альплагеря Актру, 12 час. м.вр., 14 июля 2012 г.

Наименее опасным мы считаем участок срединной морены около озера Сачки за её продольным гребнем. Сильные камнепады несут риски только тем лагерям и туристам, кто останавливается непосредственно под правым склоном долины, у подъёма на вершину Купол и к леднику Водопадному.

Летние сели почти не связаны с таянием снега, они формируются почти исключительно благодаря перенасыщению рыхлого (солифлюкционного и осыпного) обломочного материала атмосферными и подземными водами (последнее – за счет таяния «вечной» мерзлоты в условиях положительных температур выше среднелетних многолетних), и – катастрофическими сбросами этой грязе-дресвяно-булыжниковой смеси (каменные лавины).

Эти процессы сейчас провоцируются ещё и тем, что земная поверхность не пришла в устойчивое состояние после «Бельтырского землетрясения» 2003 года и стремится, как бы, стабилизироваться. Опасность стимулируется и регулярными «встряхиваниями» земной коры – сейсмическими толчками с магнитудой от 1 до 3 баллов. Наконец, многие (а первый автор – лично) помнят ночной июльский сель из «кара Тронова» 1984 года, когда обломочный материал достиг станции, вплотную подошёл к стационару, а водой и мелкой грязью более чем метр затопил и стационар.

Непредсказуемо трагичны и разрушительны будут последствия прорыва морено-ледниково-подпрудного озера Голубое (абс. выс. около 2900 м при высоте станции 2150 м на расстоянии по долине 8 км), который, на наш взгляд, неминуем, причём – в ближайшие годы. Недвусмысленным напоминанием о неизбежности этого прорыва явился сброс принадлежащего этому же Северо-Чуйскому хребту озера Маашей, произошедший в эти же дни. Судя по любительским фильмам, энергия маашейского потока была значительной, хотя перепад высот, в отличие от прорывоопасного Голубого озера в верховьях Актру, а также запасы воды – гораздо меньше.

Предварительно получить определённое визуальное представление о сказанном можно по этому адресу:

[http://ice.tsu.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=652&Itemid=81](http://ice.tsu.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=652&Itemid=81)





## **Сухие долины Намибии: кайнозойские мегацунами или прошлогодние ливневые дожди?**

**Рудой А.Н.**

*Томский государственный университет, Томск, Россия*

## **Dry valleys in Namibia: Cenozoic mega-tsunami or last-year's rainfall?**

**Rudoy A.N.**

*Tomsk State University, Tomsk, Russia*

В докладе представлены результаты мартовской 2012 года экспедиции автора по территории Намибии. Критически рассмотрена гипотеза мегацунами, создавших современный рельеф этого участка Южной Африки, а также предложен авторский вариант происхождения глубоких и широких сухих долин и селеподобных масс, частично заполняющие некоторые ущелья.

## **Поздне- и послеледниковые сели в горах русского Алтая**

**Рудой А.Н.**

*Томский государственный университет, Томск, Россия*

## **Late glacial and postglacial debris flows in the Russian Altay Mountains**

**Rudoy A.N.**

*Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Показано повсеместное распространения отложений гляциальных селей во всех долинах Алтая. Селевые конусы часто вложены друг в друга, образуют ступенчатый рельеф, принимаемый за результат деятельности рек, а сами ступени – за речные (аллювиальные) террасы. Часто селевым отложениям приписывают ледниковый генезис (морены). Полученные абсолютные датировки по некоторым обнажениям селевых осадков показывают их позднеюрский и голоценовый возраст.

Геолого-съёмочные работами последних лет установлено также, что селевыми отложениями «забиты» все понижения древнеледниковых областей. В отдельные разрезах обнаружены, определены и датированы (в основном, ранний дриас) фрагменты скелетов крупных позвоночных (например, шерстистого носорога). Сделан



вывод, что в палеогляциологических реконструкциях, производимых, главным образом, геологами, работа гляциальных селей не учитывается вообще. Из-за этого сами реконструкции не только не полны. Они не совпадают у разных исследователей по одним и тем же районам.

## **Опасность склоновых селевых потоков на юго-западном побережье Сахалина и западном побережье залива Терпения**

**Рыбальченко С.В.**

*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия*

## **Debris flow hazard on south-western shore of Sakhalin Island and western shore of the Terpeniya Bay**

**Rybalchenko S.V.**

*Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences,  
Sakhalin Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

Склоновые сели формируются преимущественно на юго-западном побережье Сахалина и западном побережье залива Терпения.

При оценке селевой опасности территорий населённых пунктов и транспортных магистралей порой часто не уделяется должного внимания склоновым селям, но они способны причинить значительный ущерб.

Ущерб, причиняемый склоновыми селями, выражается в повреждении автомобильных и железных дорог, хозяйственных построек. Склоновые селевые потоки регулярно перекрывают полотно автомобильной и железной дорог селевыми отложениями, тем самым прерывают движение поездов и транспортных средств.

Склоновые сели на Сахалине формируются 1 раз в 1-3 года; частота массового селеформирования – 1 раз в 3-5 лет. Так, например, в последний период массового селеформирования (в конце июля и начале августа 2010 года) на территории Холмского и Невельского городских округов было зафиксировано 57 случаев проявления склоновых селей. Суммарная длина завалов автомобильных дорог, городских улиц и придомовых территорий по Невельскому району превысила 1 км, по Хомскому району превысила 3 км.

Склоновые сели формируются на склонах, покрытых чехлом коллювиально-делювиальных отложений с суглинистым и глинистым заполнителем при толщине отложений более 1 м. Формируются грязекаменные и грязевые склоновые сели. Средние объёмы склоновых селевых потоков (грязевых и грязекаменных) на Сахалине, как правило, невелики: 25-200 м<sup>3</sup>, в редких случаях максимальные объёмы могут достигать первых тысяч м<sup>3</sup>. Длина пути таких потоков - десятки – первые сотни метров, толщина отложений – 0,5 – 4,0 м при ширине 2-15 м. Плотность отложений достаточно велика: 1600 – 2000 кг/м<sup>3</sup>. Эти характеристики прямо зависят от состава селевого потока и от типа механизма зарождения селя. Механизм зарождения склоновых



селевых потоков в основном оползневой, реже – эрозионный. Генезис водной составляющей селей – как дождевой, так и снеготаяния.

Скорости склоновых селевых потоков достаточно высоки и могут достигать 15 м/с, что обусловлено большими уклонами (более 25°) и малой длиной селевых русел (в среднем 100-300 м).

Выделено 2 основных района наиболее подверженных развитию склоновых селей:

- юго-западное побережье Сахалина: участок автомобильной и железной дороги на протяжении 130 км от с. Шебунино до с. Новосибирское (Холмский и Невельский городские округа);
- западное побережье залива Терпения: участок автомобильной и железной дороги на протяжении 70 км с. Восточное – с. Туманово вдоль юго-восточного побережья (Макаровский городской округ).

Воздействию склоновых селевых процессов подвержены территории 15 населённых пунктов и около 200 км транспортных магистралей юго-западного побережья Сахалина и западного побережья залива Терпения. Площадная поражённость территории склоновыми селевыми процессами в населённых пунктах варьируется от 1% до 30%.

## **Актуализация схемы инженерной защиты территории города Иджеван от селевой опасности: обоснование приоритетности возведения селезащитных сооружений, исходя из степени риска**

**Снгрян Э.Э.<sup>1</sup>, Мкртчян М.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Спасательная служба Министерства по чрезвычайным ситуациям РА, Ереван, Армения*

<sup>2</sup>*Ереванский государственный университет, Ереван, Армения*

## **Actualization of the engineering protection scheme for the territory of Idjevan City from the mudflow hazard: justification of priority of construction of mudflow protection infrastructure based on the risk level**

**Sngryan E.E.<sup>1</sup>, Mkrtchyan M.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Civil Defense of the Rescue Service of the Emergency Management Ministry of the RA, Yerevan, Armenia*

<sup>2</sup>*Yerevan State University, Yerevan, Armenia*

Отмечается частота и возрастание разрушительной силы чрезвычайных ситуаций от негативного изменения гидрометеорологических условий и связанных с



ним вторичных опасных экзогенных процессов: селей, оползней. На примере оценки риска селепроявления на территории г. Иджевана (Тавушской области Армении) обосновывается перечень рекомендуемых превентивных мероприятий по снижению уязвимости от этих природных процессов.

Город Иджеван, подобно целому ряду крупных населенных пунктов и городов Республики Армения, подвержен разрушительному селепроявлению, которое ввиду специфики городской застройки, особенностей рельефа, инженерно-геологических и гидрогеологических условий, отражается на природно-техногенной среде, создавая реальную угрозу безопасности населения и нанесения значительного ущерба инфраструктуре.

Вырубка лесных массивов на прилегающих к городу склонах и соответствующее обнажение значительных площадей, подверженных эрозии и накоплению твердой фазы селей, а также резкое, за последнее десятилетие, изменение гидрометеорологических условий (потепление), серьезно повышает селеопасность территории города, что подтверждается катастрофическим селом лета 1998г.

В докладе отражены результаты исследований по оценке селевой опасности и риска от проявления этого опасного процесса. Оценен ущерб от воздействия селя 1998 г. (2% обеспеченности), осуществлен прогноз о возможном проявлении селя 1% обеспеченности по наиболее опасным водотокам, оценен условный ущерб от его воздействия. Результаты исследований послужили основой для разработки мероприятий инженерной защиты, снижающих уязвимость территорий города от селепроявлений и будут использованы для пополнения существующей базы данных о селевой опасности в республике.

## **Ключевая роль теории существования селевой массы при расчёте характеристик селя**

**Степанов Б.С.**

*РГП «Казгидромет», Алматы, Казахстан*

## **Key role of the debris-flow mass theory for the debris-flow parameters estimation**

**Stepanov B.S.**

*Kazhydromet, Almaty, Kazakhstan*

Надёжность защиты от селей в решающей степени определяется достоверностью расчёта плотности селевой массы, образующейся в результате взаимодействия водного потока, формирующегося при прорыве водоёмов, таяния снега и выпадения интенсивных продолжительных жидких осадков, с рыхлообломочными породами. Так, увеличение плотности селевой массы с 1800 до 2450 кг/м<sup>3</sup> приводит к практически пятикратному возрастанию расхода и объёма селя. Многократно возрастающие значения вязкости и предельного напряжения сдвига селевой массы влияют на характер



движения селей, дальность их выбросов и уравнильный уклон отложений в селехранилищах. В связи с этим проблеме определения предельной плотности селевой массы уделяли внимание Р.А. Багнольд, Т. Такахаша, М.А. Мостков, И.В. Егиазаров, Г.И. Тер-Степанян, И.И. Херхеулидзе, Ю.Б. Виноградов и другие исследователи.

Важную роль в развитии представлений о предельно возможной плотности селевой массы сыграли работы М.А. Великанова, разрабатывавшего в середине 20 века гравитационную теорию транспорта наносов водными потоками. К сожалению, имевшиеся к тому времени сведения о влиянии полидисперсности размера частиц твёрдой составляющей селевых суспензий и минералогического состава их пылевато-глинистых фракций на реологические свойства селевой массы и скорость падения частиц, а также влиянии концентрации наносов на характер режима движения двухфазных потоков не позволили М.А. Великанову распространить выводы, следовавшие из полученных им уравнений на область высоких концентраций твёрдой составляющей в селевой массе. В результате этого М.А. Великанов (как и другие исследователи) пришел к выводу об однозначной зависимости плотности селевой массы от уклона русла.

В результате исследований, выполненных в Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте во второй половине 20 века, было установлено, что вследствие полидисперсности гранулометрического состава селеформирующих горных пород турбулентный режим перемешивания селевой массы может сохраняться при значениях концентрации, значительно превышающих 50 %, а энергия, затрачиваемая на поддержание крупных частиц во взвешенном состоянии, значительно уменьшаться за счет действия архимедовой силы и пластичности среды, вмещающей крупные частицы. Было установлено, что зависимость между плотностью селевой массы и минимальным уклоном, на котором селевая масса перемещается без остановки и частичного распада, может носить неоднозначный характер, а максимальная плотность селевой массы скачкообразно увеличиваться при превышении уклоном критического значения.

Современная теория существования селевой массы, в совокупности с моделями формирования селей, позволяет с приемлемой погрешностью описывать трансформацию основных характеристик селевого потока от его зарождения до отложения селевой массы в селехранилище или на конусе выноса.



## **Формирование и развитие пойм горных рек в условиях активной селевой деятельности (на примере долины р. Баксан)**

**Сурков В.В., Виноградова Н.Н., Крыленко И.В., Тарбеева А.М.**

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Географический факультет, Москва, Россия*

## **Formation and development of mountain river floodplains in areas of the high debris flow activity**

**Surkov V.V., Vinogradova N.N., Krulenko I.V., Tarbeeva A.M.**

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

Специфические условия формирования рельефа днищ долин горных рек определяются особым типом русловых процессов, обусловленным бурным характером потоков, большой ролью нефлювиальных процессов (в том числе катастрофических) и геолого-геоморфологических факторов, ограничивающих русловые деформации. Эти условия создают особые типы пойм, не встречающиеся на равнинных реках. В 2004-2010 гг. поймы горных рек изучались Научно-исследовательской лабораторией эрозии почв и русловых процессов Географического факультета МГУ в высокогорной части долины р. Баксан на 45-километровом отрезке от истоков реки до г. Тырнауза.

Рельеф поймы Баксана создаётся не столько русловыми процессами, сколько селевыми паводками. Формированию поймы способствует превышение выноса на дно долины рыхлого материала селевыми притоками над возможностью транспортировки наносов рекой сравнительно небольшой водности. Пойма приурочена к созданным селями зонам аккумуляции на ступенях продольного профиля и структурным расширениям (до 400 м) дна долины. Сели создают пояс руслоформирования - поля аккумуляции несортированного обломочного материала с субгоризонтальной или наклонной поверхностью, хаотичными высыпками валунов, гальки, щебня. Ширина этого пояса превышает ширину меженного русла в 50-80 раз. Речной поток мигрирует в его пределах, образуя русло и террасовидные поверхности, изначально лишённые растительности. Поток сортирует и структурирует материал, создавая специфические аллювиально-селевые формы рельефа: гряды, водоскаты, побочни, осередки. Грядовые аллювиально-селевые побочни шириной 20-70 м и длиной 100-300 м, расположенные вдоль меженного русла в шахматном порядке, составляют основу рельефа поймы на участках с активной селевой деятельностью. Русло и пойма с аллювиально-селевыми формами рельефа занимает 25% 45-километрового участка реки выше Тырнауза.

Превращение пояса руслоформирования в пойму происходит в межселевой период продолжительностью 5 - 20 лет, когда в условиях небольшого объёма поступающего на дно долины материала наблюдается врезание русла и плавный рост относительных отметок аллювиальных и аллювиально-селевых форм рельефа и их зарастание. В субальпийской и альпийской зонах зарастание затруднено из-за короткого вегетационного сезона, обусловленного холодным климатом, затенённостью узкой долины, горно-долинными ветрами с ледников, и тем, что половодье приходится на тёплый период года.



Наиболее благоприятные условия для развития поймы создаются в горно-лесной зоне (1300-2200 м), Здесь выделен самый разнообразный спектр фаций (15 типов). Наиболее молодые образования - валунно-галечные побочни, лишённые растительности и покрытые пионерными тамарисковыми, злаковыми и разнотравными лугами. Затем, в исторической последовательности, выделяются низкие песчано-галечные кустарниковые поймы с облепихой и барбарисом, поймы среднего уровня с облепихово-берёзовыми и берёзовыми лесами, под которыми развиваются аллювиальные слоистые почвы, комплексы высоких пойм с берёзовыми лесами с примесью сосны и облепихи. Мощность почв, близких по морфологии к горным лесным, колеблется от 20-30 см до 1 м, механический состав слоистый галечно-песчаный, реже - галечно-суглинисто-песчаный. Завершают ряд зональные комплексы с сосновыми лесами. Высота поймы 2-5 м. Формирование высоких пойм занимает от 50 до 90 лет, учитывая их постоянное разрушение потоком и селями. Ярусность ПТК, обычная на поймах равнинных рек, здесь выражена слабо; разделение на комплексы «низкого» и «высокого» уровней весьма условно, они часто располагаются на одних и тех же отметках над межнным урезом. Обычна ситуация, когда на пойменном массиве (задернованном побочне, острове и т.д.) выдерживается единство почвенно-растительного покрова и формируется один элементарный ПТК (фация), несмотря на амплитуду рельефа в 1,5-2 м. Решающим фактором ландшафтной дифференциации выступает возраст массива.

## Приледниковые озера Северной Осетии как селеопасные очаги

Тавасиев Р.А.<sup>1</sup>, Тебиева Д.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Северо-Осетинский поисково-спасательный отряд МЧС РФ, Владикавказ, Россия

<sup>2</sup>Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия

## Glacial lakes of North Ossetia as initiation zones of debris flows

Tavasiev R.A.<sup>1</sup>, Tebieva D.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministry of Emergencies of the Russian Federation, Vladikavkaz, Russia

<sup>2</sup>K.L. Khetagurov North Ossetian State University, Vladikavkaz, Russia

В последнее десятилетие горные озера восточной части Центрального Кавказа систематически изучались Р.А. Тавасиевым, что позволило ему выявить около 137 озер различного генезиса, размерами от 10 до 900 м, и находящихся на разных стадиях развития. Большинство озер относится к гляциально-нивальному типу – 94 озера, гравитационно-запрудных – 29, гидрогенных карстовых – 9 и антропогенных – 5.

Часть приледниковых озер образуется в гляциально-экзарационных впадинах коренных пород, прочность которых исключает возможность их прорыва и зарождения селевых потоков.

Селевую опасность представляют озера, образовавшиеся в моренных отложениях. Самым известным в Северной Осетии было озеро Микелай длиной 220 м и шириной 66 м расположенное в кармане правой береговой морены ледника Караугом



на высоте 2445 м (бассейн р. Урух). Летом 2002 года, после сильных ливней, озеро переполнилось, и большая часть его прорвалась на поверхность ледника. Сейчас озеро Микелай представляет небольшой водоем около 30 м длиной. На противоположном склоне в карманах левой береговой морены находится еще 5 небольших озер, а также - в верховьях левых притоков Караугома в моренах ледников Фастаг и Бартуй.

Наиболее динамичными являются озера, образующиеся при отступании ледников в отложениях на днище трогов. Они быстро появляются, но впоследствии быстро размываются флювиогляциальными потоками. За последние 30 лет во всех ущельях Северной Осетии такие озера появились и исчезали.

Козское озеро, расположенное на высоте 2792 м под Козским перевалом и ледником в верховьях притока реки Мамисондон (бассейн р. Ардон), образовалось после 1974 г. за напорной мореной ледника, который в настоящее время обрывается в озеро. На сентябрь 2008 г. его размеры составляли 284 м длины, 163 м ширины, предполагаемая глубина около 20 м. Морена, через которую переливается протока озера, имеет в своем составе мертвый лед, о чем свидетельствуют термокарстовые просадки глубиной до 2 м. Глубокое протаивание моренных отложений и последующий их размыв может стать причиной прорыва озера и образования мощного селевого потока.

В Арнаджикомском ущелье (бассейн р. Ардон) между замороженным концом ледника и левой береговой мореной на высоте 3400 м расположено прорывоопасное озеро диаметром около 80 м. Его прорыв может состояться в ближайшие годы, если произойдет очередной отрыв нижней части ледника, о чем говорят следы прежних отрывов и обвалов.

Впервые в восточной части перевала Майли-Суатис (Казбеко-Джимарайский массив) на высоте около 3900 м, аэрофотосъемкой в 2004 г. зафиксировано озеро, находящееся между скальной вершиной 3947 м и ледово-фирновой частью перевала. Озеро полумесяцем огибает скалы, под которыми расположено ложе ледника Колка. В 2009 и 2010 гг. размеры озера достигали 300 м длины и до 70 м ширины. В августе 2010 г. такое же озеро длиной около 160 м появилось на высоте 4200 м гребня Зейгалан Казбеко-Джимарайского массива! Появление этих озер, катастрофический сход ледника Колка и периодические подтеки на леднике Зариу (бассейн р. Цатадон) проявились, практически, одновременно. Возможной причиной всех этих событий является эндогенный прогресс от Казбекского вулканического ядра.





## К определению среднегодового твердого стока селей Армении

**Тер-Минасян Р.О.**

*Армянский Институт водных проблем и гидротехники имени академика  
И.В. Егиазарова, Ереван, Армения*

## Estimation of the average annual solid runoff of debris flows in Armenia

**Ter-Minasyan R.O.**

*I.V. Yeghiazarov Armenian Institute of Water Problems and Hydraulic Engineering,  
Yerevan, Armenia*

Сток наносов селевых потоков не охватывается обычными гидрометрическими измерениями. Но отдельные селевые паводки в течение 2-4 часов могут вынести огромное количество наносов, часть которых выходит за пределы бассейна, а более крупные фракции откладываются на конусе выноса. Поэтому распространение данных гидрометрических измерений на селевые бассейны может привести к значительным ошибкам. Например, модуль стока наносов р. Гетар по данным гидрометрических измерений получился самым низким среди рек Армении – 2,9 т/км<sup>2</sup> или 0,0012 мм.

Сведения о прохождении селевых потоков по р. Гетар имеются начиная с 1873 года. За период 1873-1950 гг. по р. Гетар прошли семь селевых паводков. Самый мощный из них прошёл 25 мая 1946 года. Объём твердого стока этого селя по данным И.В. Егиазарова составил 415 тыс. м<sup>3</sup>. Площадь р. Гетар в расчётном створе равна 52,6 км<sup>2</sup>. Следовательно, слой слива с одного квадратного километра  $h_3=8$ мм. Данные по остальным паводкам р. Гетар отсутствуют. Их величины можно оценить приблизительно. Принимая, что остальные паводки имеют 10-летнюю повторяемость, можно по переходному коэффициенту, равному 0,6, от 100-летней повторяемости перейти к 10-летней и подсчитать слой селевого смыва с поверхности бассейна р. Гетар:  $h_3=8$  мм +  $8 \cdot 0,6=36,8$  мм, а денудационный метр, или число лет для понижения земной поверхности на 1 метр – 2717 лет. По расчётам Г.В. Халадзе, денудационный метр р. Раздан, притоком которого является р. Гетар, равен 91000 лет.

Из вышеизложенного следует, что рассчитать модуль среднегодового стока наносов для селевых бассейнов по данным гидрометрических измерений может привести к ошибкам в 30-40 раз.

По существующим формулам (М.В. Цовян, Р.О. Тер-Минасян) можно определить только твердый сток единичных паводков заданной обеспеченности. Для перехода от твердого стока единичных паводков к среднегодовому использованы данные банка селей Армении 1946-1995 гг., где помимо параметров селей и причиняемым ущербам, даны вероятные обеспеченности прошедших паводков. По данным 50-летних наблюдений 107 селей подсчитано средневзвешенное количество селей, что соответствует двум паводкам 5% обеспеченности. Поэтому среднегодовой твёрдый сток из селевых бассейнов предлагается подсчитать по удвоенному объёму стока 5% обеспеченности



## Отступление ледников – фактор возникновения гляциальных селей

Томашевская И.Г., Тихановская А.А., Петров М.А.

*Институт геологии и геофизики Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент,  
Узбекистан*

## Glacier retreat as originating factor of glacial mudflows

Tomashevskaya A.A., Tikhanovskaya A.A., Petrov M.A.

*Institute of Geology and Geophysics Academy of Sciences Republic of Uzbekistan,  
Tashkent, Uzbekistan*

Гляциальные сели, относящиеся к опасным геологическим процессам (ОГП), явления относительно редкие, однако последствия их могут быть катастрофическими. В высокогорной зоне Узбекистана (Западный Тянь-Шань и Гиссарский хребет) мониторинг за ОГП практически не ведется, в то время как при современном тренде состояния оледенения – интенсивном отступании происходит накопление большого количества рыхлого обломочного материала в предпольной части ледника. Одной из основных составляющих гляциальных селей является абляционная и донная морены и обломочный материал, поступающего с окружающих склонов. В результате деградации оледенения меняется тип выноса с ледника – открытый сток переходит в закрытый. Ледниковая вода фильтруется в отложенную морену и выклинивается ниже в ледниковую долину, заполняя собой вымоины и образуя приледниковые моренные озера. Поступление атмосферных осадков аномальной интенсивности либо обвал дополнительного твердого материала может привести к возникновению гляциальных селей. В таблице 1 приводятся темпы сокращения оледенения ( $\Delta S$ ) за период с 1970-2008 годы в некоторых частных ледниковых бассейнах Узбекистана.

Таблица 1.

| Район      | Частный бассейн | $\Sigma S_{1970}$ , км <sup>2</sup> | $\Delta S_{1970-2008}$ , км <sup>2</sup> |
|------------|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| Кашкадарья | Ханакасу        | 5.3                                 | 0.7                                      |
|            | Батырбай        | 5.8                                 | 0.8                                      |
|            | Гиландарья      | 6.9                                 | 0.9                                      |
| Пскем      | Ойгаинг         | 54.8                                | 18.5                                     |
|            | Чаткал          | 51.2                                | 7.1                                      |

Рассчитан средний годовой вынос моренного вещества с крупных ледников указанных бассейнов: ледник Северцова (бассейн р. Ханакасу) – 2860 т/год, ледник Баркрак-Средний (бассейн р. Пскем) — 5200 т/год. В результате этого процесса в предпольной части обоих ледников образовались моренные озера, суммарной площадью 0,15 и 0,10 км<sup>2</sup> соответственно, которые несут в себе угрозу прорыва с образованием селя.



## Оценка селевого риска при возможном прорыве завального озера Ак-Кёль (Кыргызстан)

Торгоев И.А.<sup>1</sup>, Ерохин С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызстан*

<sup>2</sup>*Госгеолагентство при Правительстве Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызстан*

## Debris flow risk assessment for possible Ak-Kel lake outburst (Kyrgyzstan)

Torgoev I.A.<sup>1</sup>, Erochin S.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of geomechanics and mining NAS of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan*

<sup>2</sup>*Geological Survey of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan*

Завальное озеро Ак-Кёль расположено в горах Центрального Тянь-Шаня, на высоте 1730 м, в верховье долины одноимённой реки (рис.1). Объём воды в оз. Ак-Кёль по данным батиметрической съёмки 2011 г. составлял 2,7 млн. м<sup>3</sup>, максимальная глубина – 24.4 м, площадь акватории-182 тыс. м<sup>2</sup>. Озеро образовалось путем перекрытия обвально-оползневых массами эрозионно-тектонической долины селеопасных рек Кенсай и Ункурсай. Из озера вытекает р. Аккёль, которая является притоком третьего порядка по отношению к реке Нарын (Сырдарья). Озеро отнесено ко 2-й категории прорывоопасности, прорыв его может быть связан с переполнением озёрной ванны и/или разрушением обвально-оползневой плотины.

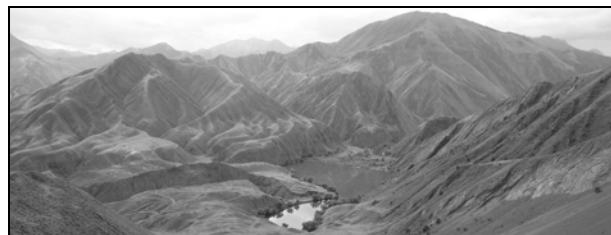


Рис. 1. Завальное озеро Ак-Кёль

По результатам геофизического зондирования установлено, что наиболее слабым звеном обвально-оползневой плотины озера является сильно увлажнённый участок плотинной перемычки в зоне влияния неисправных водосбросных труб. Основным сценарием, рассматривавшимся при оценке последствий прорыва озера Ак-Кёль, является вариант размыва и последующего разрушения плотины на этом участке. Прорывная волна представляет большую опасность в силу значительной скорости продвижения (до 10-15 м/с), а также из-за того, что она может трансформироваться в



селевой поток большой разрушительной силы. Высокая вероятность трансформации прорывной волны в селевой поток обусловлена тем, что местность ниже озера представляет собой ярко выраженную узкую долину, борта которой в своей нижней части сложены легко размываемыми делювиальными отложениями осыпей, древних обвалов и оползней. Дно долины ниже правобережного грандиозного древнего оползня и опорожнённого озера заполнено селевыми наносами, оставшимися после прорыва этого древнего озера.

По расчётам разрушение плотинной перемычки приведёт к опорожнению озера в течение 45 минут и формированию гидродинамической волны прорыва, которая по пути следования в узкой долине реки Аккёль трансформируется в селевой поток с большой скоростью продвижения – 7,5 м/с, способный перемещать глыбы валунов со средним размером 0,8-1,0 м. Территории, расположенные в долине реки Аккёль подвергнутся воздействию этого селевого потока мощностью до 5-10 м, что вызовет полное разрушение автодороги и мостов. Селевой поток за 18 минут после прорыва озера Ак-Кёль достигнет конуса выноса реки, где расположены жилые и служебные помещения Джумгалского лесхоза, которые будут затоплены и разрушены селевой волной мощностью до 0,5 м.

Первоочередным инженерно-техническим мероприятием предотвращения чрезвычайной ситуации, связанной с неблагоприятными последствиями прорыва озера, должен стать срочный ремонт постепенно разрушающейся системы водовыпуска, исключающий дальнейший размыв плотинной перемычки в нижнем бьефе.

## **Оценка риска прорыва моренно-ледникового озера Петрова (Тянь-Шань)**

**Торгоев И.А.<sup>1</sup>, Алёшин Ю.Г.<sup>1</sup>, Ерохин С.А.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт геомеханики и освоения недр Национальной академии наук  
Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызстан*

*<sup>2</sup>Госгеолагентство при Правительстве Кыргызской Республики, Бишкек,  
Кыргызстан*

## **Assessment of glacial lake outburst risk for Petrov Lake (Tien Shan)**

**Torgoev I.A.<sup>1</sup>, Aleshin Y.G.<sup>1</sup>, Erochin S.A.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Institute of Geomechanics and Mining NAS of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan*

*<sup>2</sup>Geological Survey of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan*

Рассматривается ледниково-моренно-озёрный комплекс Петрова в верховье р. Нарын (Тянь-Шань, Кыргызстан). Из-за существенного потепления климата высокогорья происходит рост площади акватории и объёма озера за счёт ускоряющегося отступления ледника, а также отмечается интенсификация термокарстовых и термопросадочных процессов в теле морено-ледниковой плотины озера. Отмеченные процессы способствуют постепенному нарастанию вероятности



прорыва плотины озера с угрожающими последствиями для нижерасположенных экологически опасных объектов хвостохранилища высокогорного рудника Кумтор, в котором в настоящее время накоплено около 90 млн. тонн токсичных (цианосодержащих) отходов.

В результате батиметрической съёмки озёрной ванны и мониторинга определены морфометрические характеристики озера и динамика их изменения за 1993-2009 г.г. Установлено, что по состоянию на 2009 г общий объём воды в озере составлял 65 млн. м<sup>3</sup>, максимальная глубина – 69 м, а прорывной объём может достигнуть 39 млн. м<sup>3</sup>. Комплексные геофизические исследования плотины озера позволили определить особенности её криогенного строения и выявить наиболее прорывоопасный участок плотинной перемычки, характеризующийся сильной неоднородностью, нарушенностью и таянием ледяного ядра, сопровождающегося процессами деформации, термопросадок, зарождением трасс инфильтрации, уменьшением высоты и ширины гребня водоудерживающей плотинной перемычки над урезом воды.

Вероятность самопроизвольного разрушения плотины озера Петрова, рассчитанная на основе эмпирической системы рейтинговых оценок, оценивается как средняя. Однако при сохранении нынешних темпов потепления и в случае воздействия возможных триггерных механизмов (сильных землетрясений, внезапного прорыва внутриледниковых полостей, экстремальных атмосферных осадков или их сочетания) прорыв озера возможен в любое время.

В настоящее время наиболее опасным сценарием представляется вариант формирования прорана на выявленном прорывоопасном участке плотины с трансформацией гидродинамической волны прорыва в разрушительный селевой поток, угрожающий затоплением хвостохранилища и размывом его удерживающей дамбы с катастрофическими экологическими последствиями регионального масштаба в виде загрязнения цианидами бассейна р. Нарын (Сырдарья). Вероятность реализации подобного сценария существенно возрастёт, а катастрофические последствия усугубятся, если к моменту прорыва плотины оз. Петрова зандровое поле будет покрыто «свежими» селевыми накоплениями, принесёнными водными потоками, берущими свое начало из-под ледника Лысый и отвалов мелкообломочных пород, размещённых на нём.



## **Геориски в бассейне реки Сары-Джаз и механизм прорыва озера Мерцбахера**

**Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Шакиров А.Э., Орунбаев С.Ж., Дудашвили А.С.,  
Абдрахманова Г.А., Коноков Т., Абдыбачаев У.А., Мамбеталиев Э.**

*Центрально-Азиатский институт прикладных исследований земли, Бишкек,  
Кыргызстан*

## **Georisks in the Sary-Zhaz River basin and the mechanism of Merzbacher lake outburst**

**Usupaev S.E., Moldobekov B. D., Shakirov A.E, Orunbaev S.Z., Dudashvili A.S.,  
Abdrahmanova G.A, Konokov T., Abdybachaev U.A, Mambetaliev E.**

*Central-Asian Institute of Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgyzstan*

Водная артерия Сары-Джаз находится на востоке Кыргызского Тянь-Шаня, выносит водные ресурсы на юг трансгранично в Китай и является горной частью бассейна реки Тарим. Площадь водосборная реки Сары-Джаз составляет 11400 км<sup>2</sup>, при длине магистральной реки 198 км. Здесь расположен крупнейший в Центральной Азии ледник Энгилчек длиной более 60 км берущий начало с хребтов с выдающимися пиками Победы и Хан-Тенгри. Регион исследований богат полезными ископаемыми, ледовыми запасами пресных питьевых вод, гидроэнергетическим потенциалом, где предусмотрено по различным проектным схемам построить от 3 до 5 и более ГЭС. Средне многолетний годовой сток бассейна исследуемой реки составляет 7,1 км<sup>3</sup>, т.е. 15,2 % водных ресурсов всех рек Кыргызстана. В сейсмостектоническом отношении бассейн реки Сары-Джаз относится по карте сейсмического микрорайонирования к 8- и 9-балльным. Наряду с гигантским ледником Энгилчек, который в связи с изменением климата деградирует, широко распространены геокриологические опасные процессы и явления солифлюкция, термокарст, бугры пучения, морозобойное растрескивание грунтов, курумы, каменные глетчеры. В исследуемом бассейне с геолого структурных позиций представлены, разделенные региональными разломами Северный, Срединный и Южный части Тянь-Шаня. В зонах разломов развиты геориски связанные с скальными оползнями, обвалами, осыпями и камнепадами. В работе на основе полевых исследований получены новые результаты по оценке мощности ледника Южный Энгилчек в районе озера Мерцбахера. Геофизическими измерениями установлены под ледником разломы и их ширина, данные о ригеле подо льдом, что позволяет предложить вариант модели механизма образования и ежегодного прорыва ледникового озера Мерцбахера. Прорыв озера ежегодно создает селе-паводковую опасность для жителей и инфраструктуры населенных пунктов вблизи русла исследуемой реки. Прорывная волна приводит к процессам береговой эрозии. Именно в периоды прорыва озера Мерцбахера июль-август месяцы имеет место в среднее многолетнем режиме максимальные расходы воды в июле 94 м<sup>3</sup>/с и августе до 104 м<sup>3</sup>/с, что выше среднее многолетнего 33 м<sup>3</sup>/с в 3 раза. В многоводные годы, река Сары-Джаз при 1% обеспеченности имеет среднегодовые расходы воды до 47 м<sup>3</sup>/с, а в



маловодные при 99% обеспеченности до 20,5 м<sup>3</sup>/с. По степени развития эрозии почв левобережная часть бассейна реки Сары-Джаз имеет сильно и очень-сильную эродированность, где общее уменьшение почвенного профиля изменяется от 50 до 80%. Правобережная часть бассейна реки за исключением правобережья реки Акшийрак, имеет от средней до сильной степени эродированности почв с общим уменьшением почвенного профиля на 40-50%. Описанные характеристики водной эрозии, а также наличие террас пролювиального генезиса свидетельствуют о активной в четвертичное время селевой активности исследуемого бассейна реки Сары Джаз.

## **Инженерно-геономические карты и модели оценки георисков от селей и прорывоопасных горных озер на примере территорий Кыргызстана и Таджикистана**

**Усупаев Ш.Э., Абдрахманова Г.А., Узакова Ш.Н., Бердалиева Г., Смайылова А., Мазымканова А.**

*Центрально-Азиатский институт прикладных исследований земли, Бишкек, Кыргызстан*

## **Engineering-geonomic maps and models for estimation of georisks from debris flows and lake outburst floods on the example of the territories of Kyrgyzstan and Tajikistan**

**Usupaev S.E., Abdrahmanova G. A, Uzakova S.N., Berdalieva G, Smajylova A., Mazymkanova A.**

*Central-Asian Institute of Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgyzstan*

В работе представлены инженерно-геономические (ИГН) карты оценки селепаводковой опасности для территорий Кыргызстана и Таджикистана. Оценка региональных рисков селей на порайонном уровне для территории Кыргызстана проводилась в рамках выполнения проекта ПАЛМ. Основными факторами селевых, паводковых процессов и прорывов высокогорных озер являются накопление снеготазов в высокогорной зоне, определенный режим снеготаяния, который определяется температурным режимом и ливневыми дождями. Для территории Кыргызского Тянь-Шаня практически 3500 рек длиной более 10 км., являются селе и паводко опасными. Близко размещенные к руслам горных рек жилые дома, автодороги, различные коммуникации в долинах весьма часто подвергаются разрушениям и затоплению в периоды интенсивного таяния снежного покрова (март-апрель) и таяния ледников с наложением интенсивных осадков (июнь-начало августа). Катастрофические сели возникают также при прорывах высокогорных озер. В Кыргызстане с 1950 г. отмечено 70 случаев прорыва с ущербами и жертвами людей. В работе составлены инженерно-геономические (ИГН) карты оценки и прогноза проявления селей, паводков и береговой эрозии, где на порайонном уровне выделены



четыре их степени риска. Каждый из 42 административных районов Кыргызстана имеет собственное последовательное место по интенсивности селе-паводковой угрозы. Проведена аналогичная оценка и прогноз селевого риска в рамках проекта ПАЛМ, для территории Таджикистана в том числе трансграничном аспекте в регионе Памиро-Алая. Сели на территории Таджикистана образуются, в результате таяния ледников и снега, преимущественно во время дождей (2/3 всех селей) и, лишь затем, при таянии ледников и снега (1/3 селей). Формирующиеся сели разделены на две большие генетические группы снежниковые и дождевые. После схода снежного покрова в складках рельефа остаются снежники. Обычно они имеют лавинное происхождение. Их интенсивное таяние происходит в летний период, особенно, в июне, а именно к этому времени и приурочен пик активности снежниковых селей. На основе статистического анализа выявлено, что на исследуемой территории формируются следующие типы селей: снежниковые (15% общего числа случаев), образовавшиеся во время дождей (снежnikово-дождевые, 25% общего числа случаев), ливневые (60% общего числа случаев). В сравнительном аспекте Кыргызстан по проявлениям селей, паводков и береговой эрозии, на порядок превышают показатели их интенсивности и активности чем установленные на территории Таджикистана.

## **Оценка прорывоопасности гляциального озера Имжа (Непал, Гималаи)**

**Шатравин В.<sup>1</sup>, Петров М.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Тянь-Шаньский высокогорный научный центр при Институте водных проблем и гидроэнергетики Национальной академии наук Кыргызской Республики (НАН КР), Бишкек, Кыргызстан*

*<sup>2</sup>Институт Геологии и Геофизики Академии Наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан*

## **The estimation of glacial lake outburst flood hazard for Imja Lake (Nepal, Himalaya)**

**Shatravin V.<sup>1</sup>, Petrov M.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Tian-Shan High Mountain Scientific Centre at Institute of Water Problems and Hydroenergetics, National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan*

*<sup>2</sup>Institute of Geology and Geophysics, Academy of Sciences Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

Внезапные прорывы ледниковых озер привлекают внимание научной общественности, начиная с середины 19 века. Ледниковое озеро Имжа (Непал, Гималаи) образовавшееся в начале 60-х годов прошлого века при интенсивном отступании одноименного ледника в настоящее время является одним из трех самых прорывоопасных объектов в регионе (озера Ролпа и Тулаги). В настоящее время его объем превышает 35 млн. м<sup>3</sup>. Предварительное обследование ледникового озера Имжа, проведенное авторами в составе международной экспедиции (сентябрь 2011 года),





показало идентичность в строении гляциальных озёр Тянь-Шаня и Гималаев. Кроме того, были выявлены общие черты в строении голоценовых морено-ледниковых комплексов этих регионов. Это позволило сделать схематический разрез плотины озера Имжа, оценить степень его прорывоопасности и механизм возможного прорыва озера. Были выявлены зоны наибольшей уязвимости, при возможном сходе гляциального селя, на участке от озера Имжа до пос. Лукла (бассейн реки Дудх-Коши) в случае прорыва этого озера.

## **Особенности проявления селевых явления в условиях Горного Бадахшана и опыт организации «Фокус Гуманитарная помощь» в разработке современных методов защиты**

**Шафиев Г.В.**

*«Фокус Гуманитарная помощь» в Таджикистане, Хорог, Таджикистан*

## **The features of debris flows occurrence in Gorno-Badakhshan and experience of Focus Humanitarian Assistance in development of modern protection methods**

**Shafiev G.V.**

*Focus Humanitarian Assistance» in Tajikistan, Khorog, Tajikistan*

**Введение.** По масштабу, разнообразию и характеру угрозы среди всех природно-геологических и техногенных процессов особенно выделяются сели, паводки и наводнения, то есть те процессы, которые связанные с поверхностными водами и рельефом.

**Типы селей на территории Горного Бадахшана.** Селевые явления в Горном Бадахшане проявляются по-разному. Учитывая всё многообразие водно-эрозионных процессов, их можно разделить на несколько групп с учётом особенностей и преобладания отдельных классификационных типов.

**Сезонные селевые паводки.** По среднестатистическим данным на территории Памира в год фиксируется более 100 случаев их проявления по боковым притокам и составляющим эрозионным саям. Особенно опасны паводки, которые формируются при аномальном потеплении в весенний период, когда снежный покров в долиненной части еще не успел растаять. Важную роль в образовании таких селевых паводков играет антропогенный фактор.

**Типичные эрозионные сели малых долин.** Это преимущественно водно-каменные потоки эрозионного зарождения ливневого или снежно-ледникового питания. Типичный сезон проявления для особо мощных потоков июль-август, реже проходят весенние селевые потоки, связанные с дождями и таянием снега. Объёмы селевых выносов разнообразны от слабо насыщенных потоков в 5-7 тыс. м<sup>3</sup> до мощных катастрофических потоков в 50-70 тыс. м<sup>3</sup>.



**Склоновые сели снежно-дождевого зарождения.** Происходят обычно на осыпных склонах, лавинно-осыпных конусах и осыпных шлейфах в весеннее время, в периоды интенсивного таяния снежного покрова, лавин и выпадения дождей. Масштаб проявления не велик, до 1000 м<sup>3</sup> с небольшими зонами поражения.

**Гляциальные сели и паводки.** Образуются за счет перекрытия долин пульсирующими ледниками. Формирование такого рода селей связано с нарушением устойчивости ледниково-моренных комплексов. Жидкая составляющая потока образуется преимущественно за счет талых ледниковых вод. В малых бассейнах высокогорья проявляются ежегодно в незначительных масштабах в виде сезонных паводков.

**Селевые паводки, связанные с погребенными лавинами.** Сели по составу воднокаменные и грязекаменные, объем выноса массы порядка 5–20 тыс. м<sup>3</sup>. Особенностью проявления селей заключается в том, что они имеют пульсационный характер, то есть в начальном этапе сбрасывается жидкая составляющая, через промежуток времени происходит мощный выброс твердого составляющего материала.

**Техногенные сели.** Сели образуются из-за нарушения правил строительства и эксплуатации ирригационных водных систем на склонах и на возвышенных участках. По характеру проявления - это типичные склоновые грязе-каменные сели малых объемов с локальными зонами поражения.

**Прорывные паводки и сели.** Необходимо констатировать тот факт, что в настоящее время на территории Горного Бадахшана сконцентрировано более 278 прорывоопасных озер, которые расположены у подножья и языковых частях ледников, фирновых полей и в моренах. Эти озера опасны тем, что предсказать их прорыв невозможно. Данные сели являются разрушительными и опасными

**Опыт защиты от селевых потоков в условиях высокогорья.** Только за период с 2003 по 2011 годы международной организацией Фокус реализовано более 150 проектов, в том числе:

- 30 проектов направлены на защиту населенных пунктов от селевого поражения;
- 5 проектов направлены на установку систем раннего предупреждения от возможных прорывоопасных селей;

Необходимо констатировать тот факт, что выполнение конкретных инженерно-защитных мероприятий для защиты населения на длительный период недостаточно. При постоянном проявлении опасных селевых явлений требуется провести ряд целенаправленных процедур, которые могут обеспечить предупреждение опасных явлений и реально снизить степень опасности риска при защите населенных пунктов.



## **Вулканогенные сели в районах современного оледенения**

**Чалая Н.В.**

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

## **Volcanogenic mudflows in the areas of contemporary glaciation**

**Chalaya N.V.**

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

Вулканизм и оледенение – две противоборствующие силы, которые взаимодействуют друг с другом как прямо, так и дистанционно. Именно это взаимодействие может породить опасные стихийно-разрушительные процессы. Наиболее распространенным и катастрофическим последствием взаимодействия активного вулканизма с оледенением является образование вулканогенных селей (или лахаров) – мощных грязевых потоков, возникающих зачастую вследствие плавления огромных масс снега и льда при извержении вулкана.

Лахары – самые мощные среди всех селей суши и одни из основных источников опасности при извержении вулканов. Поскольку районы, непосредственно прилегающие к вулкану, бывают густо заселены, то сход подобных потоков может иметь поистине катастрофические последствия. Достаточно вспомнить катастрофический вулканогенный селя, возникший при извержении вулкана Руис в 1985 году и унесший жизни около 23000 человек. В то же время одно из наиболее известных и мощных селевых событий – сход лахара при извержении вулкана Безымянный на Камчатке в 1956 году – не привело к человеческим жертвам вследствие того, что эти районы являются малонаселенными, однако оказало огромное влияние на прилегающие к вулканической группе территории.

Особый интерес в плане возникновения катастрофических вулканогенных селей представляют возможная активизация спящих вулканов с развитой сетью оледенения – таких, например, как вулкан Эльбрус на Центральном Кавказе. Современная деятельность вулкана Эльбрус не несет в себе угрозы. Однако ряд ученых допускает возможную активизацию вулкана в будущем (Богатиков и др., 2003), что, в свою очередь, может привести к катастрофическим последствиям, в частности к сходу мощных селевых потоков вулканогенного происхождения. Гидродинамическое моделирование вулканогенного селя в долинах рек Ирик и Баксан, проведенное автором, продемонстрировало, что при возможной активизации вулкана Эльбрус с последующим образованием вулканогенных селевых потоков существует опасность затопления селений и коммуникаций ниже по долине, в том числе п. Эльбрус, п. Верхний Баксан и г. Тырнауз. Максимальных расходы потока могут составить 5000 м<sup>3</sup>/с, а максимальная скорость превысит отметку в 40 м/с. Полученные данные необходимы для разработки стратегии защиты населения в случае возможной активизации Эльбруса.



## Литература

- Богатиков О.А., Гурбанов А.Г. Комплексные исследования Эльбрусского и Казбекского вулканических центров: мониторинг и прогноз. Вестн. Владикавказского научн. центра РАН. 2003. Т. 3. № 2.
- Виноградов В.Н. Современное оледенение районов активного вулканизма. Гляциологические исследования. - М.: Наука, 1975, 255 с.
- Мелекесцев И.В. Вулканизм и рельефообразование. М.: Наука, 1980, 212 с.
- Новейший и современный вулканизм на территории России \ Отв.Ред. Н.П. Лаверов; Ин-т физики Земли им.О.Ю. Шмидта. -М : Наука, 2005, 604 с.
- Voight B. The 1985 Nevado del Ruiz volcano catastrophe: Anatomy and retrospection // J. Volcanol. and Geotherm. Res. 1990. Vol. 44. P. 349-386

## **Опыт количественного оценивания возможности образования водоснежных потоков в Хибинах**

**Черноус П.А.<sup>1</sup>, Тяпкина О.Ю.<sup>1</sup>, Мокров Е.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Центр лавинной безопасности ОАО «Апатит», Мурманская обл., Кировск, Россия*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия*

## **Experience of quantitative assessment of slushflow release probability in the Khibiny Mountains**

**Chernous P.A.<sup>1</sup>, Tiapkina O.Y.<sup>1</sup>, Mokrov E.G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Center for Avalanche Safety, "Apatit" JSC, Kirovsk, Russia*

<sup>2</sup>*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

Центр лавинной безопасности ведет наблюдение за водоснежными потоками много лет. На основе полученных данных и данных о водоснежных потоках в Норвегии в 1996 г. были разработаны два вероятностно-статистических метода диагностики ситуаций, которые приводят к образованию водоснежных потоков. В обеих методах ситуации, описываемые набором гидрометеорологических характеристик, разделялись на две группы – приводящие и не приводящие к образованию водоснежных потоков. На основе разработанных методов была создана компьютерная программа для непрерывной оценки метеорологической обстановки с целью выявления ситуаций благоприятных для образования водоснежных потоков в период весеннего снеготаяния, которая используется в Центре лавинной безопасности ОАО «Апатит» уже пятнадцать лет.

Приводятся результаты вероятностной и категорической диагностики образования водоснежных потоков в отдельных высотных зонах и очагах водоснежных потоков в Хибинах с помощью разработанных методов на независимой выборке.



## **Математическое моделирование захвата донного материала селевыми потоками**

**Эглит М.Э.**

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, механико-математический факультет, Москва, Россия*

## **Mathematical modeling of bed material entrainment by debris flows**

**Eglit M.E.**

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Mathematics and Mechanics, Moscow, Russia*

Потоки, движущиеся по склону, такие, как снежные лавины, сели, каменные обвалы и оползни, как правило, захватывают и вовлекают в движение материал, лежащий на склоне. Захват донного материала увеличивает движущуюся массу, что существенно влияет на скорость, толщину и другие параметры потока.

В докладе обсуждаются различные математические модели для расчета динамических параметров лавинных и селевых потоков с учетом вовлечения склонового материала. Большая часть предложенных ранее моделей основана на уравнениях, осредненных по глубине, а для скорости захвата в них использовались эмпирические формулы, постулируемые на основе аналогии с потоками различной физической природы, для которых имеется большое число данных наблюдений [Эглит, 2009; Eglit, Demidov, 2005].

Подробно исследуется модель, предложенная в [Issler, Pastor, 2011], которая основана на предположении, что разрушение склонового материала и вовлечение его в движение происходит, когда касательное напряжение  $\tau$  на нижней границе селевого потока достигает предела прочности  $\tau_c$  склонового материала. Задача заключается в том, чтобы рассчитать касательное напряжение в потоке  $\tau$ , количество донного материала, вовлекаемого в единицу времени после того, как  $\tau$  достигнет величины  $\tau_c$ , а также изменение скорости и толщины потока в результате вовлечения материала. Селевой поток моделируется как нестационарный поток вязкопластической жидкости. Используются уравнения, не осредненные по глубине. Составлена программа и проведены серии расчетов с помощью этой модели. Расчеты показывают, что при движении по склону постоянного уклона скорость вовлечения стремится к постоянной величине, а скорость на верхней поверхности потока растет пропорционально величине захваченной массы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-01-00188а).

### **Литература**

Эглит М.Э. Математическое моделирование склоновых потоков. Современные проблемы математики и механики. Т.2. Механика. Вып.1. М.: Изд-во МГУ, 2009, с. 132-140.

Eglit M.E., Demidov K.S. Mathematical modeling of snow entrainment in avalanche motion. // Cold Regions Science and Technology, 2005, Vol. 43, Issue 1-2, P. 10-23.



Issler, D, Pastor P. M. Interplay of entrainment and rheology in snow avalanches: a numerical study. // Annals of Glaciology, 2011, Vol. 52, No. 58, P. 143-147.

## **Влияние изменения климата на селевую активность**

**Яфязова Р.К.**

*Институт географии, Алматы, Казахстан*

## **Climate change influence on the debris flow activity**

**Yafyazova R.K.**

*Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan*

Известно, что главными факторами селеформирования являются геологический, геоморфологический, гидрометеорологический и климатический. Однако в определенных ситуациях главенствующая роль в селеформировании может принадлежать и другим факторам. Результаты исследований, выполненных в последние десятилетия в Казгидромете, показали, что в ближайшие десятилетия особая роль будет принадлежать климатическому фактору. Прежде всего, это относится к горным районам средних широт с континентальным климатом и несущим в настоящее время оледенение.

Если на Северном Тянь-Шане со второй половины 20 века и по настоящее время главную опасность представляют сели гляциального генезиса, то к середине 21 века наибольшая активность будет принадлежать селям дождевого генезиса. Активность селей гляциального генезиса связана с интенсивной деградацией горного оледенения, благоприятствующей формированию поверхностных и подземных водоемов на моренно-ледниковых комплексах. Их прорыв, интенсивное таяние ледников, аномальное увлажнение морен, вызванное таянием погребенного льда, благоприятствуют формированию катастрофических селей. Редкая повторяемость катастрофических селей дождевого генезиса в 20 веке объясняется тем, что осадки в высокогорной зоне, где расположены основные очаги селеформирования, выпадали преимущественно в твердом виде.

В ледниковые эпохи селевая активность практически прекращалась, лишь небольшие сели отлагались в горных долинах. В межледниковые эпохи формировались катастрофические сели. При потеплении климата на 2-3 °С горное оледенение хребтов Тянь-Шаня до высоты 4000-4500 м практически исчезнет во второй половине 21 века, а осадки в высокогорной зоне будут выпадать в жидком виде. Это приведет к тому, что практически исчезнет опасность, связанная с гляциальными селями, и резко возрастет активность селей дождевого генезиса. Если в настоящее время для формирования катастрофических селей дождевого генезиса на северном склоне Заилийского Алатау необходимо выпадения в высокогорной зоне дождя слоем более 40 мм, то в условиях потепления климата селеформирующими осадками станут дожди со слоем менее 20 мм, повторяемость которых в несколько раз больше. Объясняется это как увеличением количества селевых очагов, так и их площади водосбора, где осадки будут выпадать в жидком виде. Своевременная адаптация к увеличению селевой активности, вызванной



потеплением климата, позволит обеспечить устойчивое развитие горных и предгорных районов.



## Содержание

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                                                                                                                        | 5  |
| СПОНСОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ                                                                                                                                 | 6  |
| ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ                                                                                                                                         | 7  |
| ОЧАГИ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЫСОКОГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ ДОЛИНЫ Р. АДЫЛ-СУ (ПРИЭЛЬБРУСЬЕ)                                                                 |    |
| Алейникова А.М.                                                                                                                                                 | 9  |
| ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СЕЛЕОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ СЕЛЕВЫХ БАССЕЙНОВ ГОРНЫХ ВОДОТОКОВ                                                                                      |    |
| Анахаев К.Н., Антоненко О.Л.                                                                                                                                    | 11 |
| ГИБКИЕ БАРЬЕРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СЕЛЕЙ GEOBRUGG VX/UХ: ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ                                                     |    |
| Баринев А.Ю.                                                                                                                                                    | 12 |
| ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ СЕЛЕЙ НА О. САХАЛИН                                                                                     |    |
| Боброва Д.А.                                                                                                                                                    | 13 |
| ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ И РИСКА ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕЙ В СЕВЕРНЫХ ОБЛАСТЯХ АРМЕНИИ                                                                                         |    |
| Бойнагрян В.Р., Гагинян Р.Х., Давтян П.Г., Бойнагрян А.В., Манукян Н.В.                                                                                         | 14 |
| МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ИНИЦИИРОВАННЫХ СЕЛЕВЫМИ ПОТОКАМИ, В ТВОРЧЕСКОМ НАСЛЕДИИ С.М. ФЛЕЙШМАНА |    |
| Болов В.Р., Мочалов В.П.                                                                                                                                        | 16 |
| НИВАЛЬНО-ГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ (СЕЛИ) МЕСХЕТСКОГО ХРЕБТА (ЮГО-ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ) И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ РЕЛЬЕФЕ                                              |    |
| Бондырев И.В.                                                                                                                                                   | 17 |
| МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ВУЛКАНОГЕННЫХ СЕЛЕЙ НА ВУЛКАНАХ КЛЮЧЕВСКОЙ И ШИВЕЛУЧ, КАМЧАТКА                                                                            |    |
| Бричевский А.С., Черноморец С.С.                                                                                                                                | 18 |
| КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ                                                                           |    |





|                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Великанова Л.И.                                                                                                                                             | 19 |
| СООТНОШЕНИЕ РУСЛОВЫХ И СЕЛЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ФОРМИРОВАНИИ ГОРНЫХ РЕК ПРИЭЛЬБРУСЬЯ                                                                             |    |
| Виноградова Н.Н., Крыленко И.В., Чалов Р.С.                                                                                                                 | 20 |
| СЕЛЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ В БАССЕЙНЕ МЗЫМТЫ                                                                                                                          |    |
| Волосухин В.А., Титоренко А.И.                                                                                                                              | 22 |
| СЕЛЕЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ИЗ УТИЛИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК                                                                                           |    |
| Габибов Ф.Г., Оджагов Г.О., Габибова Л.Ф., Сафарова Н.А., Мамедли Р.А.                                                                                      | 23 |
| ОБ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕТОДАХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПРОРЫВОВ ПЛОТИН ОЗЕР, ОБРАЗОВАВШИХСЯ ПРИ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ                                |    |
| Габибов Ф.Г., Оджагов Г.О., Баят Х.Р.                                                                                                                       | 25 |
| СОВРЕМЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С СЕЛЯМИ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ДЛЯ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ                                                                   |    |
| Гавардашвили Г.В.                                                                                                                                           | 26 |
| УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ МАССОВОГО СЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ В ВОСТОЧНО-САХАЛИНСКИХ ГОРАХ (О. САХАЛИН)                                                    |    |
| Генсиоровский Ю.В., Казаков Н.А., Жируев С.П., Окопный В.И.                                                                                                 | 27 |
| ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛА К ВЫНОСУ С ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОГО РЕЧНОГО БАССЕЙНА                                                        |    |
| Глазырин Г.Е.                                                                                                                                               | 28 |
| ЛАХАРЫ НА ВУЛКАНЕ ПИК САРЫЧЕВА (КУРИЛЫ, ИЗВЕРЖЕНИЕ 2009 Г.), И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ                                                           |    |
| Гришин С.Ю.                                                                                                                                                 | 29 |
| О СЕЛЯХ 2011 ГОДА НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА                                                                                                   |    |
| Докукин М.Д., Черноморец С.С., Сейнова И.Б., Богаченко Е.М., Савернюк Е.А., Тутубалина О. В., Дробышев В.Н., Феоктистова И. Г., Михайлов В.О., Колычев А.Г. | 30 |
| НАСТУПАНИЕ ЛЕДНИКОВ В КОНЦЕ XX ВЕКА КАК ФАКТОР АКТИВИЗАЦИИ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ СЕЛЕВЫХ ПРОЦЕССОВ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ)                                               |    |
| Докукин М.Д., Савернюк Е.А.                                                                                                                                 | 31 |
| ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ЛЕДНИКОВО-МОРЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЯРТЫ КАК ОСНОВА МОНИТОРИНГА И ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ГЛЯЦИАЛЬНЫХ СЕЛЕЙ                      |    |
| Докукин М.Д., Богаченко Е.М., Савернюк Е.А.                                                                                                                 | 33 |
| ПОЛНЫЙ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ МОРЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЛЕДОВОМ ЗАВАЛЕ В КАРМАДОНСКОЙ КОТЛОВИНЕ                                                |    |



|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Дробышев В.Н., Мочалов В.П.                                                                                                              | 35 |
| СЕЛЕВОЙ МОРФОЛИТОГЕНЕЗ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ                                                                                                |    |
| Ефремов Ю.В.                                                                                                                             | 37 |
| РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В БАССЕЙНАХ ГОРНЫХ РЕК                                                        |    |
| Замай В.И., Добровольский Н.С.                                                                                                           | 38 |
| ПРИРОДНЫЕ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В БАССЕЙНЕ Р. БАДДОН (РСО-АЛАНИЯ)                                                            |    |
| Запорожченко Э.В., Каменев Н.С., Никулин А.С.                                                                                            | 40 |
| ТРОПИЧЕСКИЕ ОСТАТОЧНЫЕ ПОЧВЫ КАК ИСТОЧНИК ТВЕРДОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СЕЛЕВОЙ МАССЫ ДЛЯ СЕЛЕЙ ЛИВНЕВОГО ТИПА В БРАЗИЛИИ                         |    |
| Знаменский Д.В.                                                                                                                          | 41 |
| ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА СЕЛЕЙ, ФОРМИРОВАВШИХСЯ ПРИ СПУСКЕ ПОДПРУДНО-ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЕР ГОРНОГО АЛТАЯ В НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ                   |    |
| Зольников И.Д., Деев Е.В.                                                                                                                | 42 |
| ЛЕДНИКОВЫЕ ОЗЕРА НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ ИЛЕ (ЗАИЛИЙСКОГО) АЛАТАУ: СОСТОЯНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ, РИСК ПРОРЫВА С ФОРМИРОВАНИЕМ СЕЛЕЙ |    |
| Капица В.П.                                                                                                                              | 44 |
| СОСТАВ ПОРОД ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЛЕВЫХ МАССИВОВ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИЙ ТИП СЕЛЕВОГО ПОТОКА                        |    |
| Казаков Н.А., Рященко Т.М., Генсиоровский Ю.В., Ухова Н.Н.                                                                               | 45 |
| СЕЛЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ В КРАСНОЙ ПОЛЯНЕ                                                                                                        |    |
| Казаков Н. А., Генсиоровский Ю.В., Казакова Е.Н.                                                                                         | 47 |
| ПАВОДКИ НА МАЛЫХ РЕКАХ НИЗКОГОРЬЯ ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО САХАЛИНА КАК НЕСВЯЗНЫЕ СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ                                                |    |
| Казаков Н.А., Генсиоровский Ю.В.                                                                                                         | 49 |
| ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ЛАВИННЫХ, СЕЛЕВЫХ И ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЮЖНОГО САХАЛИНА                                 |    |
| Казакова Е.Н.                                                                                                                            | 50 |
| СЕЛЕВЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ СРЕДНЕ- И НИЗКОГОРИЙ БАССЕЙНА ТЕБЕРДЫ                                                                                 |    |
| Караваев В.А., Воскова А.В.                                                                                                              | 52 |
| ОПАСНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ДОЛИНЕ РЕКИ ЛЬКЕЗИ                                                                                 |    |
| В.А. Караваев, А.В. Воскова, Истомина Е.А.                                                                                               | 53 |
| СЕЙСМОГЕННЫЕ ОПОЛЗНИ-ПОТОКИ                                                                                                              |    |



|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Каримов Ф.Х.                                                                                                              | 54 |
| РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ И РАЙОНА КРАСНАЯ ПОЛЯНА (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ) ПО СЕЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ  |    |
| Кондратьева Н.В., Гяургиева М.М., Кумукова О.А.                                                                           | 55 |
| НАПОЛНЕНИЕ И СБРОС ВОДЫ ИЗ ПРОРЫВООПАСНОГО ОЗЕРА МЕРЦБАХЕРА, ТЯНЬ-ШАНЬ                                                    |    |
| Коновалов В.Г.                                                                                                            | 56 |
| СЕЛЕОПАСНОСТЬ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ И СОСТОЯНИЕ СЕЛЕЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ                                                      |    |
| Лапердин В.К.                                                                                                             | 57 |
| ТЕХНОГЕННЫЕ ОПОЛЗНИ И СЕЛИ НА ОТВАЛАХ ГРУНТОВ                                                                             |    |
| Лобкина В.А.                                                                                                              | 58 |
| СЕЛИ ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ                                                                          |    |
| Лукашов А.А., Токарева Е.А.                                                                                               | 59 |
| НОВЫЙ ЭТАП ИЗУЧЕНИЯ СЕЛЕЙ ПРИБАЙКАЛЬЯ                                                                                     |    |
| Макаров С.А.                                                                                                              | 60 |
| АКТИВНОСТЬ СЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ В XXI ВЕКЕ                                                     |    |
| Мальнева И.В., Кононова Н.К.                                                                                              | 62 |
| АТЛАС ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН                            |    |
| Медеу А.Р., Благовещенский В.П., Киренская Т.Л., Ранова С.У.                                                              | 63 |
| ПРОРЫВООПАСНОСТЬ ОЗЕРА МЕРЦБАХЕРА (ЛЕДНИК ЭНИЛЧЕК, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)                                                 |    |
| Молдобеков Б.Д.                                                                                                           | 65 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛИННЫХ ОДНОМЕРНЫХ ВОЛН В ГИПЕРКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ НАНОСАМИ СЕЛЯХ                                 |    |
| Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И.                                                                                             | 66 |
| ПРОТИВОСЕЛЕВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ГИБКИХ БАРЬЕРОВ КОМПАНИИ МАККАФЕРРИ               |    |
| Оленичев Д.В.                                                                                                             | 67 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ В КРЫМСКОМ И КАРПАТСКОМ РЕГИОНАХ                                                             |    |
| Олиферов А.Н.                                                                                                             | 69 |
| МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СЕЛЕВУЮ АКТИВНОСТЬ ВО ФРАНЦУЗСКИХ АЛЬПАХ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД |    |



|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Павлова И.О., Эжерт Н., Граншер Д., Джомелли В., Брунштейн Д.                                                                                                                      | 70 |
| <b>К ИЗУЧЕНИЮ ВОДОСНЕЖНЫХ ПОТОКОВ В ХИБИНАХ</b>                                                                                                                                    |    |
| Перов В. Ф.                                                                                                                                                                        | 71 |
| <b>СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ, ВЫЗВАННЫЕ ПРОРЫВОМ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР НА ТЕРРИТОРИИ ТАДЖИКИСТАНА</b>                                                                                 |    |
| Пирмамадов У.                                                                                                                                                                      | 72 |
| <b>ЛАНДШАФТНО-ИНДИКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ И ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ</b>                                                                                  |    |
| М.Н. Петрушина, Е.Г. Сулова                                                                                                                                                        | 73 |
| <b>КРИТЕРИИ АКТИВНОСТИ И КАТАСТРОФ СЕЛЕЙ</b>                                                                                                                                       |    |
| Познанин В.Л.                                                                                                                                                                      | 75 |
| <b>ЭВОЛЮЦИЯ СЕЛЕВЫХ ЛЕДНИКОВЫХ ОЧАГОВ НА КАВКАЗЕ</b>                                                                                                                               |    |
| Познанин В.Л.                                                                                                                                                                      | 76 |
| <b>ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕЙ</b>                                                                                                                                |    |
| Ревзон А.Л.                                                                                                                                                                        | 78 |
| <b>ВЕРХОВЬЯ АКТРУ (АЛТАЙ) – ТЕРРИТОРИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ. ОБ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ КАМНЕПАДАХ И ГРЯЗЕКАМЕННЫХ СЕЛЯХ В ИЮЛЕ 2012 ГОДА</b>                                    |    |
| Рудой А.Н., Вершинин Д.А., Собянин И.А.                                                                                                                                            | 79 |
| <b>СУХИЕ ДОЛИНЫ НАМИБИИ: КАЙНОЗОЙСКИЕ МЕГАЦУНАМИ ИЛИ ПРОШЛОГОДНИЕ ЛИВНЕВЫЕ ДОЖДИ?</b>                                                                                              |    |
| Рудой А.Н.                                                                                                                                                                         | 81 |
| <b>ПОЗДНЕ- И ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫЕ СЕЛИ В ГОРАХ РУССКОГО АЛТАЯ</b>                                                                                                                       |    |
| Рудой А.Н.                                                                                                                                                                         | 81 |
| <b>ОПАСНОСТЬ СКЛОНОВЫХ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ САХАЛИНА И ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЗАЛИВА ТЕРПЕНИЯ</b>                                                                 |    |
| Рыбальченко С.В.                                                                                                                                                                   | 82 |
| <b>АКТУАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ИДЖЕВАН ОТ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ: ОБОСНОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ СЕЛЕЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ИСХОДЯ ИЗ СТЕПЕНИ РИСКА</b> |    |
| Снргян Э.Э., Мкртчян М.С.                                                                                                                                                          | 83 |
| <b>КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ ТЕОРИИ СУЩЕСТВОВАНИЯ СЕЛЕВОЙ МАССЫ ПРИ РАСЧЁТЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЯ</b>                                                                                             |    |
| Степанов Б.С.                                                                                                                                                                      | 84 |



|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПОЙМ ГОРНЫХ РЕК В УСЛОВИЯХ АКТИВНОЙ СЕЛЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ Р. БАКСАН)                                             |     |
| Сурков В.В., Виноградова Н.Н., Крыленко И.В., Тарбеева А.М.                                                                                                | 86  |
| ПРИЛЕДНИКОВЫЕ ОЗЕРА СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ КАК СЕЛЕОПАСНЫЕ ОЧАГИ                                                                                                  |     |
| Тавасиев Р.А., Тебиева Д.И.                                                                                                                                | 87  |
| К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СРЕДНЕГОДОВОГО ТВЕРДОГО СТОКА СЕЛЕЙ АРМЕНИИ                                                                                                  |     |
| Тер-Минасян Р.О.                                                                                                                                           | 89  |
| ОТСТУПАНИЕ ЛЕДНИКОВ – ФАКТОР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ СЕЛЕЙ                                                                                               |     |
| Томашевская И.Г., Тихановская А.А., Петров М.А.                                                                                                            | 90  |
| ОЦЕНКА СЕЛЕВОГО РИСКА ПРИ ВОЗМОЖНОМ ПРОРЫВЕ ЗАВАЛЬНОГО ОЗЕРА АК-КЁЛЬ (КЫРГЫЗСТАН)                                                                          |     |
| Торгоев И.А., Ерохин С.А.                                                                                                                                  | 91  |
| ОЦЕНКА РИСКА ПРОРЫВА МОРЕННО-ЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА ПЕТРОВА (ТЯНЬ-ШАНЬ)                                                                                         |     |
| Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г., Ерохин С.А.                                                                                                                     | 92  |
| ГЕОРИСКИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ САРЫ-ДЖАЗ И МЕХАНИЗМ ПРОРЫВА ОЗЕРА МЕРЦБАХЕРА                                                                                     |     |
| Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Шакиров А.Э., Орунбаев С.Ж., Дудашвили А.С., Абдрахманова Г.А., Коноков Т., Абдыбачаев У.А., Мамбеталиев Э.                 | 94  |
| ИНЖЕНЕРНО-ГЕОНОМИЧЕСКИЕ КАРТЫ И МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ГЕОРИСКОВ ОТ СЕЛЕЙ И ПРОРЫВООПАСНЫХ ГОРНЫХ ОЗЕР НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИЙ КЫРГЫЗСТАНА И ТАДЖИКИСТАНА             |     |
| Усупаев Ш.Э., Абдрахманова Г.А., Узакова Ш.Н., Бердалиева Г., Смайылова А., Мазымканова А.                                                                 | 95  |
| ОЦЕНКА ПРОРЫВООПАСНОСТИ ГЛЯЦИАЛЬНОГО ОЗЕРА ИМЖА (НЕПАЛ, ГИМАЛАИ)                                                                                           |     |
| Шатравин В., Петров М.                                                                                                                                     | 96  |
| ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЛЕВЫХ ЯВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО БАДАХШАНА И ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ «ФОКУС ГУМАНИТАРНАЯ ПОМОЩЬ» В РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ |     |
| Шафиев Г.В.                                                                                                                                                | 97  |
| ВУЛКАНОГЕННЫЕ СЕЛИ В РАЙОНАХ СОВРЕМЕННОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ                                                                                                       |     |
| Чалая Н.В.                                                                                                                                                 | 99  |
| ОПЫТ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОЦЕНИВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ВОДОСНЕЖНЫХ ПОТОКОВ В ХИБИНАХ                                                                      |     |
| Черноус П.А., Тяпкина О.Ю., Мокров Е.Г.                                                                                                                    | 100 |



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАХВАТА ДОННОГО МАТЕРИАЛА СЕЛЕВЫМИ ПОТОКАМИ

Эглит М.Э. 101

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СЕЛЕВУЮ АКТИВНОСТЬ

Яфязова Р.К. 102

СОДЕРЖАНИЕ 104



## Table of contents

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCTION                                                                                                                                               | 5  |
| SPONSORS AND PARTNERS OF THE CONFERENCE                                                                                                                    | 6  |
| ORGANISING COMMITTEE                                                                                                                                       | 7  |
| INITIATION ZONES OF MUDFLOW PROCESSES IN HIGH-MOUNTAIN LANDSCAPES OF THE ADYL-SU RIVER VALLEY (MT. ELBRUS REGION)                                          |    |
| Aleynikova A.M.                                                                                                                                            | 9  |
| DIFFERENTIATION OF THE DEBRIS FLOW HAZARD WITHIN MOUNTAIN CATHMENTS                                                                                        |    |
| Anakhaev K.N., Antonenko O.L.                                                                                                                              | 11 |
| FLEXIBLE DEBRIS FLOW BARRIERS GEOBRUGG VX/UX: APPLICATION RANGE, BASICS OF DESIGN AND UTILIZATION                                                          |    |
| Barinov A.Yu.                                                                                                                                              | 12 |
| ENGINEERING ACTIONS FOR PROTECTION OF LINEAR CONSTRUCTIONS FROM DEBRIS FLOW ON THE SAKHALIN ISLAND                                                         |    |
| Bobrova D.A.                                                                                                                                               | 13 |
| ESTIMATION OF HAZARD AND RISK OF MUDFLOWS FORMING IN THE NORTHERN REGIONS OF ARMENIA                                                                       |    |
| Boynagryan V.R., Gaginyan R.Kh., Davtyan P.G., Boynagryan A.V., Manukyan N.V.                                                                              | 14 |
| METHODOLOGICAL BASIS FOR ORGANIZATION OF MONITORING AND FORECAST OF THE EMERGENCY SITUATIONS INITIATED BY MUDFLOWS, IN S. M. FLEISHMAN'S CREATIVE HERITAGE |    |
| Bolov V.R., Mochalov V.P.                                                                                                                                  | 16 |
| NIVAL-GLACIAL PROCESSES (MUDFLOWS) OF THE MESKHETI RIDGE (SOUTH-WEST GEORGIA) AND THEIR REFLECTION IN THE MODERN LANDSCAPE                                 |    |
| Bondyrev I.V.                                                                                                                                              | 17 |
| MECHANISMS OF VOLCANOGENIC DEBRIS FLOW FORMATION ON KLYUCHEVSKOY AND SHIVELUCH VOLCANOES, KAMCHATKA                                                        |    |
| Brichevsky A.S., Chernomorets S.S.                                                                                                                         | 18 |
| SHORT-TERM FORECASTING OF DEBRIS-FLOW HAZARD USING NEURAL NETWORKS                                                                                         |    |
| Velikanova L.I.                                                                                                                                            | 19 |



THE BALANCE OF RIVER CHANNEL PROCESSES AND DEBRIS FLOWS IN FORMATION OF THE MOUNTAIN RIVERS IN THE VICINITY OF MT. ELBRUS

Vinogradova N.N., Krylenko I.V., Chalov R.S. 20

MUDFLOW PROCESSES IN THE MZYMTA RIVER BASIN

Volosukhin V.A., Titorenko A.I. 22

ANTI-MUDFLOW CONSTRUCTIONS MADE OF USED TIRES

Gabibov F.G., Odjagov H.O., Gabibova L.F., Safarova N.A., Mamedli R.A. 23

ABOUT ENGINEERING METHODS FOR PREVENTING DISASTROUS DESTRUCTION OF LAKE DAMS FORMED BY SEISMOTECTONIC PROCESSES

Gabibov F.G., Odjagov H.O., Bayat H.R. 25

THE MODERN DEBRIS-FLOW MITIGATION MEASURES AND DEVELOPMENT OF THEIR DESIGN METHODOLOGY

Gavardashvili G.V. 26

FORMATION CONDITIONS AND PERIODICITY OF MASS DEBRIS-FLOW OCCURRENCE IN THE EAST-SAKHALIN MOUNTAINS (SAKHALIN ISLAND)

Gensiorovskiy Y.V., Kazakov N.A., Zhiruev S.P., Okopnyy V.I. 27

APPROXIMATE ESTIMATION OF THE SPEED OF WEATHERED MATERIAL PREPARATION TO WASHING OUT FROM THE SURFACE OF A MOUNTAIN RIVER BASIN

Glazirin G.E. 28

LAHARS ON THE SARYCHEV PEAK VOLCANO (KURIL ISLANDS, THE 2009 ERUPTION) AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Grishin S.Y. 29

THE 2011 DEBRIS FLOWS ON THE NORTHERN SLOPE OF THE CENTRAL CAUCASUS

Dokukin M.D., Chernomorets S.S., Seynova I.B., Bogachenko E.M., Savernyuk E.A., Tutubalina O.V., Drobyshev V.N., Feoktistova I.G., Mikhailov V.O., Kolychev A.G. 30

GLACIAL ADVANCE IN THE CENTRAL CAUCASUS IN THE LATE 20<sup>TH</sup> CENTURY AS A FACTOR OF INCREASE OF THE GLACIAL DEBRIS FLOW ACTIVITY

Dokukin M.D., Savernyuk E.A. 31

GEOMORPHOLOGICAL MODEL OF DYNAMICS OF THE KAYAARTY GLACIAL-MORAINE COMPLEX AS A BASIS FOR MONITORING AND LOCAL FORECAST OF GLACIAL DEBRIS FLOWS

Dokukin M.D., Bogachenko E.M., Savernyuk E.A. 33

FULL GRANULOMETRIC ANALYSIS OF THE SURFACE TILL ON THE ICE-ROCK DEPOSITS IN THE KARMADON DEPRESSION

Drobyshev V.N., Mochalov V.P. 35

MUDFLOW MORPHOLITOGENESIS ON THE GREATER CAUCASUS





|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Efremov Yu.V.                                                                                                                              | 37 |
| DEVELOPMENT OF AN ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM FOR MOUNTAIN RIVER BASINS                                                                |    |
| Zamai V.I., Dobrovolsky N.S.                                                                                                               | 38 |
| NATURAL AND NATURAL-ANTHROPOGENIC PROCESSES IN THE BADDON RIVER BASIN (REPUBLIC OF NORTH OSSETIA-ALANIA, RUSSIA)                           |    |
| Zaporozhchenko E.V., Kamenev N.S., Nikulin A.S.                                                                                            | 40 |
| BRAZILIAN TROPICAL RESIDUAL SOILS AS SOLID PHASE SOURCES FOR LOCAL RAIN-INDUCED MUD AND DEBRIS FLOWS                                       |    |
| Znamensky D.V.                                                                                                                             | 41 |
| GEOLOGICAL EVIDENCE OF DEBRIS FLOWS THAT WERE FORMED DURING THE DRAINAGE OF GLACIAL-DAMMED LAKES IN ALTAI MOUNTAINS IN NEOPLEISTOCENE      |    |
| Zolnikov I.D., Deev E.V.                                                                                                                   | 42 |
| GLACIAL LAKES ON THE NORTHERN SLOPE OF THE ILE (ZAILIYSKIY) ALATAU: THEIR STATE, DISTRIBUTION, RISK OF OUTBURST AND DEBRIS FLOWS FORMATION |    |
| Kapitca V.P.                                                                                                                               | 44 |
| ROCK COMPOSITION OF POTENTIAL DEBRIS-FLOWS MASSIVES AS A FACTOR DEFINING STRUCTURAL AND RHEOLOGICAL TYPE OF DEBRIS FLOWS                   |    |
| Kazakov N.A., Ryaschenko T.G., Gensiorovskiy Y.V., Ukhova N.N.                                                                             | 45 |
| DEBRIS FLOWS IN THE KRASNAYA POLYANA                                                                                                       |    |
| Kazakov N.A., Gensiorovskiy Y.V., Kazakova E.N.                                                                                            | 47 |
| FLOODS ON SMALL RIVERS OF SOUTHERN AND MIDDLE SAKHALIN ISLAND AS INCOHERENT DEBRIS-FLOWS: THE SUSPENDED STREAMS                            |    |
| Kazakov N.A., Gensiorovskiy Y.V.                                                                                                           | 49 |
| A CROSS-COUPLING OF AVALANCHE, DEBRIS FLOW AND LANDSLIDE PROCESSES: CASE STUDY OF THE WEST COAST OF SOUTHERN SAKHALIN                      |    |
| Kazakova E.N.                                                                                                                              | 50 |
| DEBRIS FLOW GEOSYSTEMS IN TEBERDA VALLEY                                                                                                   |    |
| Karavaev V.A., Voskova A.V.                                                                                                                | 52 |
| DANGEROUS GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES IN LKEZY RIVER VALLEY                                                                                 |    |
| Karavaev V.A., Voskova A.V., Istomina E.A.                                                                                                 | 53 |
| SEISMOGENIC LANDSLIDES-FLOWS                                                                                                               |    |
| Karimov F.H.                                                                                                                               | 54 |



|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ZONING OF THE KARACHAEVO-CIRCASSIAN REPUBLIC AND THE KRASNAYA POLYANA TERRITORY (WESTERN CAUCASUS) USING RANKS OF DEBRIS FLOW ACTIVITY |    |
| Kondratyeva N.V., Gyaurgieva M.M., Kumukova O.A.                                                                                       | 55 |
| FILLING-UP AND RELEASE OF WATER FROM THE OUTBURST-PRONE MERTZBACHER LAKE, TIEN-SHAN                                                    |    |
| Konovalov V.G.                                                                                                                         | 56 |
| MUDFLOW DANGER IN THE SOUTHERN BAIKAL REGION AND CONDITION OF MUD-PROTECTION FACILITIES                                                |    |
| Laperdin V.K.                                                                                                                          | 57 |
| TECHNOGENIC LANDSLIDES AND MUDFLOW ON WASTE ROCK DUMPS                                                                                 |    |
| Lobkina V.A.                                                                                                                           | 58 |
| DEBRIS FLOWS OF THE EASTERN FLANK OF BAIKAL RIFT ZONE                                                                                  |    |
| Lukashov A.A., Tokareva E.A.                                                                                                           | 59 |
| A NEW STAGE IN THE STUDY OF DEBRIS FLOWS IN THE VICINITY OF LAKE BAIKAL                                                                |    |
| Makarov S.A.                                                                                                                           | 60 |
| DEBRIS FLOW ACTIVITY ON THE TERRITORY OF RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES IN THE 21 <sup>ST</sup> CENTURY                              |    |
| Malneva I.V., Kononova N.K.                                                                                                            | 62 |
| ATLAS OF NATURAL AND TECHNOGENIC HAZARDS AND RISKS OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN                               |    |
| Medeu A.R., Blagovechshenskiy V.P., Kirenskaya T.L., Ranova S.U.                                                                       | 63 |
| OUTBURST HAZARD OF THE MERTZBACHER LAKE (INYLCHERK GLACIER, CENTRAL TIEN-SHAN)                                                         |    |
| Moldobekov B.D.                                                                                                                        | 65 |
| STUDY OF STABILITY OF LONG ONE-DIMENSIONAL WAVES IN THE HYPERCONCENTRATED ALLUVIAL DEBRIS FLOWS                                        |    |
| Natishvili O.G., Tevzadze V.I.                                                                                                         | 66 |
| DEBRIS FLOW ENGINEERING PROTECTION OF OBJECTS USING MACCAFERRI FLEXIBLE BARRIERS                                                       |    |
| Olenichev D.V.                                                                                                                         | 67 |
| INVESTIGATION OF DEBRIS FLOWS IN THE CRIMEA AND CARPATHIAN REGION                                                                      |    |
| Oliferov A.N.                                                                                                                          | 69 |
| METEOROLOGICAL AND GEOMORPHICAL CONTEXT OF DEBRIS FLOWS OCCURRENCE IN THE FRENCH ALPS: A REGIONAL INVESTIGATION                        |    |



|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Pavlova I., Eckert N., Drancher D., Jomelli V., Brunstein D.                                                                                                                                                         | 70 |
| INVESTIGATION OF SLUSHFLOWS IN THE Khibiny Mountains                                                                                                                                                                 |    |
| Perov V. F.                                                                                                                                                                                                          | 71 |
| DEBRIS FLOWS AS A RESULT OF GLACIAL LAKE OUTBURSTS IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN                                                                                                                    |    |
| Pirmamadov U.                                                                                                                                                                                                        | 72 |
| LANDSCAPE-INDICATION STUDIES OF DEBRIS FLOW ACTIVITY IN THE CENTRAL AND WESTERN CAUCASUS                                                                                                                             |    |
| M.N. Petrushina, E.G. Suslova                                                                                                                                                                                        | 73 |
| CRITERIA OF DEBRIS FLOW ACTIVITY AND DISASTERS                                                                                                                                                                       |    |
| Poznanin V.L.                                                                                                                                                                                                        | 75 |
| THE EVOLUTION OF THE GLACIAL DEBRIS FLOW INITIATION AREAS IN THE CAUCASUS                                                                                                                                            |    |
| Poznanin V. L.                                                                                                                                                                                                       | 76 |
| GEODYNAMIC POTENTIAL OF DEBRIS FLOW FORMATION                                                                                                                                                                        |    |
| Revzon A.L.                                                                                                                                                                                                          | 78 |
| THE UPPER AKTRU VALLEY AS A TERRITORY OF MODERN ECOLOGICAL RISKS: THE EXTREME ROCKFALLS AND ROCK MUDSLIDES IN JULY 2012                                                                                              |    |
| Rudoy A.N., Vershinin D.A., Sobyenin I.A.                                                                                                                                                                            | 79 |
| DRY VALLEYS IN NAMIBYA: CENOZOIC MEGA-TSUNAMI OR LAST-YEAR'S RAINFALL?                                                                                                                                               |    |
| Rudoy A.N.                                                                                                                                                                                                           | 81 |
| LATE GLACIAL AND POSTGLACIAL DEBRIS FLOWS IN THE RUSSIAN ALTAY MOUNTAINS                                                                                                                                             |    |
| Rudoy A.N.                                                                                                                                                                                                           | 81 |
| DEBRIS FLOW HAZARD ON SOUTH-WESTERN SHORE OF SAKHALIN ISLAND AND WESTERN SHORE OF THE TERPENIYA BAY                                                                                                                  |    |
| Rybalchenko S.V.                                                                                                                                                                                                     | 82 |
| ACTUALIZATION OF THE ENGINEERING PROTECTION SCHEME FOR THE TERRITORY OF IDJEVAN CITY FROM THE MUDFLOW HAZARD: JUSTIFICATION OF PRIORITY OF CONSTRUCTION OF MUDFLOW PROTECTION INFRASTRUCTURE BASED ON THE RISK LEVEL |    |
| Sngryan E.E., Mkrtychyan M.S.                                                                                                                                                                                        | 83 |
| KEY ROLE OF THE DEBRIS-FLOW MASS THEORY FOR THE DEBRIS-FLOW PARAMETERS ESTIMATION                                                                                                                                    |    |
| Stepanov B.S.                                                                                                                                                                                                        | 84 |



|                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FORMATION AND DEVELOPMENT OF MOUNTAIN RIVER FLOODPLAINS IN AREAS OF THE HIGH DEBRIS FLOW ACTIVITY                                                                         |     |
| Surkov V.V., Vinogradova N.N., Krulenko I.V., Tarbeeva A.M.                                                                                                               | 86  |
| GLACIAL LAKES OF NORTH OSSETIA AS INITIATION ZONES OF DEBRIS FLOWS                                                                                                        |     |
| Tavasiev R.A., Tebieva D.I.                                                                                                                                               | 87  |
| ESTIMATION OF THE AVERAGE ANNUAL SOLID RUNOFF OF DEBRIS FLOWS IN ARMENIA                                                                                                  |     |
| Ter-Minasyan R.O.                                                                                                                                                         | 89  |
| GLACIER RETREAT AS ORIGINATING FACTOR OF GLACIAL MUDFLOWS                                                                                                                 |     |
| Tomashevskaya A.A., Tikhanovskaya A.A., Petrov M.A.                                                                                                                       | 90  |
| DEBRIS FLOW RISK ASSESSMENT FOR POSSIBLE AK-KEL LAKE OUTBURST (KYRGYZSTAN)                                                                                                |     |
| Torgoev I.A., Erochin S.A.                                                                                                                                                | 91  |
| ASSESSMENT OF GLACIAL LAKE OUTBURST RISK FOR PETROV LAKE (TIEN SHAN)                                                                                                      |     |
| Torgoev I.A., Aleshin Y.G., Erochin S.A.                                                                                                                                  | 92  |
| GEORISKS IN THE SARY-ZHAZ RIVER BASIN AND THE MECHANISM OF MERZBACHER LAKE OUTBURST                                                                                       |     |
| Usupaev S.E., Moldobekov B. D., Shakirov A.E, Orunbaev S.Z., Dudashvili A.S.,<br>Abdrahmanova G.A, Konokov T., Abdybachaev U.A, Mambetaliev E.                            | 94  |
| ENGINEERING-GEONOMIC MAPS AND MODELS FOR ESTIMATION OF GEORISKS FROM DEBRIS FLOWS AND LAKE OUTBURST FLOODS ON THE EXAMPLE OF THE TERRITORIES OF KYRGYZSTAN AND TAJIKISTAN |     |
| Usupaev S.E., Abdrahmanova G. A, Uzakova S.N., Berdalieva G, Smajylova A.,<br>Mazymkanova A.                                                                              | 95  |
| THE ESTIMATION OF GLACIAL LAKE OUTBURST FLOOD HAZARD FOR IMJA LAKE (NEPAL, HIMALAYA)                                                                                      |     |
| Shatravin V., Petrov M.                                                                                                                                                   | 96  |
| THE FEATURES OF DEBRIS FLOWS OCCURRENCE IN GORNO-BADAKHSHAN AND EXPERIENCE OF FOCUS HUMANITARIAN ASSISTANCE IN DEVELOPMENT OF MODERN PROTECTION METHODS                   |     |
| Shafiev G.V.                                                                                                                                                              | 97  |
| VOLCANOGENIC MUDFLOWS IN THE AREAS OF CONTEMPORARY GLACIATION                                                                                                             |     |
| Chalaya N.V.                                                                                                                                                              | 99  |
| EXPERIENCE OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF SLUSHFLOW RELEASE PROBABILITY IN THE Khibiny Mountains                                                                           |     |
| Chernous P.A., Tiapkina O.Y., Mokrov E.G.                                                                                                                                 | 100 |



|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| MATHEMATICAL MODELING OF BED MATERIAL ENTRAINMENT BY DEBRIS FLOWS |     |
| Eglit M.E.                                                        | 101 |
| CLIMATE CHANGE INFLUENCE ON THE DEBRIS FLOW ACTIVITY              |     |
| Yafyazova R.K.                                                    | 102 |
| TABLE OF CONTENTS                                                 | 111 |

**Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита.**  
Труды Второй конференции,  
посвященной 100-летию С.М. Флейшмана.

**Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection.**  
Proceedings of the Second Conference  
dedicated to 100<sup>th</sup> anniversary of S.M. Fleishman.

Ответственный редактор С.С. Черноморец  
Edited by S.S. Chernomorets

Подписано в печать 10.10.2012 г.  
Формат 60×90/9 13 печ. л.  
Тираж 150 экз. Номер заказа №1076.  
Издательство: Географический факультет МГУ  
119991, Москва, Ленинские горы, д.1, МГУ