

СЕЛЕВАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ФАНО РОССИИ)  
ФГБУН ИНСТИТУТ ЗЕМНОЙ КОРЫ СО РАН  
ФГБУН ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СОЧАВЫ СО РАН  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (РФФИ)



Институт земной коры  
СО РАН



Селевая Ассоциация



Институт географии  
им. В.Б. Сочавы СО РАН



## **СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: КАТАСТРОФЫ, РИСК, ПРОГНОЗ, ЗАЩИТА**

Материалы IV Международной конференции  
Россия, г. Иркутск – пос. Аршан (Республика Бурятия)  
6-10 сентября 2016 г.

Иркутск  
Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН  
2016

УДК 551.311.21  
ББК Д823.121.6  
С29

**Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита:** Материалы IV Международной конференции (Россия, г. Иркутск – пос. Аршан (Республика Бурятия), 6-10 сентября 2016 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2016. – 326 с.

Сборник содержит материалы IV Международной конференции «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита», проведенной в г. Иркутске и пос. Аршан Тункинского района Республики Бурятия (6-10 сентября 2016 г.). Представлены результаты исследований селевых катастроф последних лет различного генезиса, оценен риск и рассмотрены проблемы прогноза селей, проведен анализ развития селевых процессов на глобальном и региональном уровнях, рассмотрены механизмы возникновения и развития селевых потоков и вопросы их моделирования.

Издание предназначено для широкого круга специалистов, изучающих селевые потоки.

**Debris flows: risks, forecast, protection:** Materials of IV International Conference (Russia, Irkutsk – Arshan village (The Republic of Buryatia), September 6–10, 2016). – Irkutsk: Publishing House of Sochava Institute of Geography SB RAS, 2016. – 326 p.

The digest contains materials of the IV International Conference “Debris flows: Disasters, risk, forecast, protection” has been held in Irkutsk and in Arshan village, Tunkinsky district of Buryat Republic (September 6–10, 2016). The results of recent yearson debris flow disasters research of various origin are represented, the assessment of risks have been performed and problems of debris flows forecast have been considered, the analysis of debris flow processes at the global and regional level has been made, the occurrence and development mechanisms and simulation issues of debris flows have been examined.

Ответственный редактор: научный руководитель Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, д.г.н. *В.М. Плюсин*

Редакционная коллегия: к.г.-м.н. *С.А. Макаров*, к.г.н. *Ж.В. Атутова*, к.г.н. *А.И. Шеховцов*



**ВОСТОЧНО-СИБИРСКАЯ  
ДИРЕКЦИЯ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ  
ОАО «РЖД»**



**ШВЕЙЦАРСКАЯ КОМПАНИЯ  
GEOBRUGG  
В РОССИИ**



**АВСТРИЙСКАЯ  
КОМПАНИЯ  
TRUMER  
В РОССИИ**

*Издание подготовлено при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций России (Соглашение № 007-ГЗ/Ц3795/346/4 от сентября 2016 г. между ФАНО России и ИЗК СО РАН на предоставление субсидии на финансовое обеспечение проведения конференции) и гранта РФФИ № 16-05-20263 на проведение конференции.*

Материалы публикуются с максимальным сохранением авторской редакции.

© Коллектив авторов, 2016

© ФГБУН Институт земной коры СО РАН, 2016

ISBN 978-5-94797-273-3

© Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2016

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЕЙ ЛИВНЕВЫХ ОСАДКОВ ДЛЯ ГОРНЫХ РАЙОНОВ

ПОЛЯКОВА С.Е., ТАЛАНОВ Е.А.

*Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы  
E-mail: teage@mail.ru*

## RECOMMENDATIONS FOR CHARACTERISTICS FIELDS OF HEAVY RAINS MODELLING IN THE MOUNTAINOUS AREAS

POLYAKOVA S., TALANOV YE.

*Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty  
E-mail: teage@mail.ru*

Определяется ситуация возможного факта выпадения жидких осадков над конкретным регионом с учетом общих циркуляционных условий волнового движения атмосферы и целого комплекса факторов: влагосодержание воздуха, скорости вертикальных движений в слое трения и в свободной атмосфере, адвекции тепла и влажности и других показателей. Краткосрочные прогнозы погоды, включая возможность выпадения осадков, их вид и интенсивность составляют на период от 12 до 72 ч. При этом размеры территории (пространство разрешения 200–2000 км) определяются заблаговременностью прогноза. Основным методом экстраполяции развития погодообразующих структур во времени и пространстве является численный прогноз полей метеорологических параметров с использованием гидродинамических моделей циркуляции атмосферы. Оценка интервалов наиболее вероятных значений прогнозируемых метеорологических параметров для заданного пункта или территории на основе применения расчетных методов, учета местных особенностей, суточного хода, структуры и эргодического свойства цикла формирования прогнозируемых осадков.

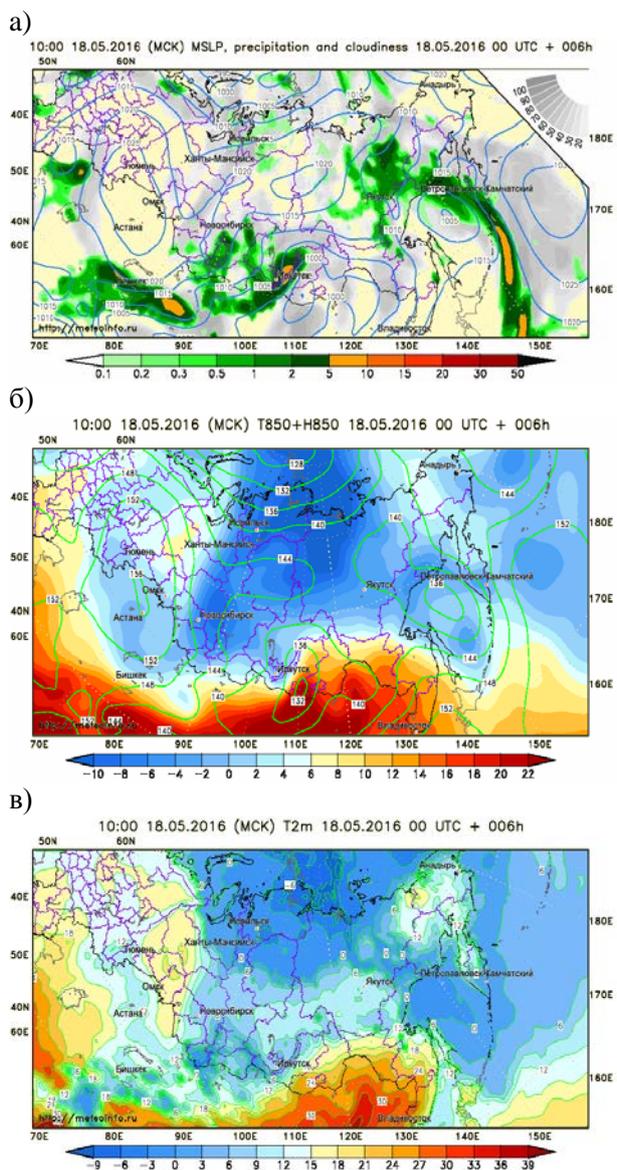
Гидродинамические модели атмосферы прогнозируют не локальные, а осредненные по ячейкам расчетной координатной сетки значения метеорологических величин. В моделях атмосферы представлены лишь основные погодообразующие механизмы. Физические процессы при этом воспроизводятся приближенно. Глобальная гидродинамическая полулагранжева модель ПЛАВ 2008 (автор М.А. Толстых) – модель прогноза элементов метеорологических полей с заблаговременностью до 10 суток.

Выходом продукции модели являются поля метеорологических параметров, например:

- атмосферное давление на уровне моря и на уровне орографии (рис. 1 а);
- геопотенциал стандартных изобарических поверхностей (от 1000 до 10 гПа);
- относительная топография 500/1000;
- температура воздуха на изобарической поверхности 850 гПа и приземная (рис. 1б, в);
- влажность воздуха на стандартных изобарических поверхностях;
- суммарные и конвективные осадки (рис. 1а);
- направление, зональные и меридиональные составляющие скорости ветра.

В пространстве прогнозная температура воздуха на поверхности 850 гПа неплохо согласуется с приземной температурой воздуха (рис. 1 б, в), например, в Алматы (срок 00 ВСВ) в период выпадения осадков (рис. 1 а – зафиксировано 0,5 мм/12 ч, а накануне 17.05. ночью выпало 32 мм) температура  $T_{850}=12,4^{\circ}\text{C}$  и у поверхности земли  $T_{\text{мин}}=8^{\circ}\text{C}$ . При облачности 8/8 (толщина облаков Ас более 2000 м) высота нулевой изотермы находится на 2919 м, где в теплом слое находится слой инверсии выше уровня конденсации (высота 918 м).

Региональная модель прогноза полей метеорологических величин с шагом сетки не более 50 км, в сигма-системе координат (автор В.М.Лосев) учитывает турбулентные пульсации, что способствует разработке методики краткосрочного прогнозирования полей интенсивности осадков в синоптическом масштабе и в зонах фронтальных разделов на срок до 48 ч. Осуществлена адаптация региональной модели к территории Дальнего Востока и проводятся ее испытания для Западно-Сибирского региона и Северного Кавказа. Прогностические подразделения внедряют результаты мезомасштабных моделей COSMO-RU (прогноз облачности и осадков с дискретностью 3 ч) и ансамблевых прогнозов температуры воздуха, температуры точки росы и осадков (мм/6 ч), размещаемых на сайте <http://method.hydro-met.ru/ansambl> [Севастьянова, 2011].



**Рис. 1. Прогностические карты:**

а – осадков (мм/6 ч) и давления на уровне моря (гПа); б – температуры воздуха ( $T_{850}$ , °C) и давления ( $H_{850}$ ) на уровне 850 гПа; в – приземной температуры воздуха ( $T_{2m}$ , °C) на 6 ч от срока 00 ч ВСВ 18.05.2016 по модели ПЛАВ Гидрометцентра России и ИВМ РАН (<http://meteoinfo.ru>)

В качестве недостатков при прогнозировании летних осадков указывают на причины:

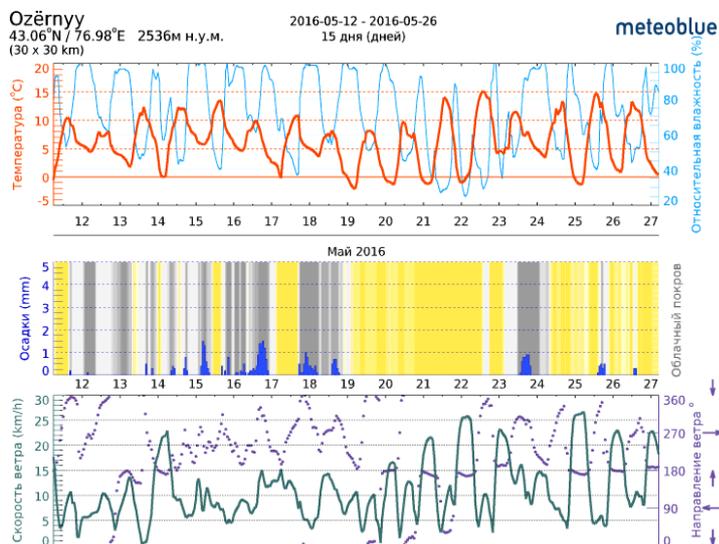
– движение ветров и температуры воздуха, подсчитываются для средней высоты над поверхностью земли и из-за этого могут быть неточными в приморских и горных районах;

– расчет орографической вертикальной скорости не по реальному, а по некоторому сглаженному рельефу;

– модели погоды (NEMS) имеют пространственное разрешение (около 30 км) и не могут воспроизводить все местные погодные явления, как например грозы, местные ветры. Причиной является недостаточная плотность сети метеостанций (особенно в горных районах) и точность исходных данных, причем, в меньшей степени, это связано с несовершенством алгоритмов, с помощью которых создаются сеточные архивы.

Установлено, что осадки архива CRUTS 2.1 имеют большие погрешности: в горных районах Балхаш-Алакольского бассейна корреляционная связь между годовыми суммами осадков метеостанций и архива составляет 0,81–0,83, причем в высотном поясе от 850 до 2500 м для отдельных лет осадки архива занижены на 35–75 % [Кожухметова, 2013].

Для краткосрочного прогноза количества осадков в модели погоды meteoblue учитываются и соединяются многочисленные модели гидрометеорологических процессов, статистический анализ, измерения, радарная и спутниковая телеметрия, что позволяет получить наиболее достоверный прогноз погоды для любой рассматриваемой местности (рис. 2).



**Рис. 2. Модельные метеорологические данные для МС Ozernyy (Илейский Алатау, 2536 м), <https://www.meteoblue.com/ru/>**

Под крупномасштабным моделированием будем понимать получение сглаженной многолетней последовательности годовых значений метеорологических величин, служащих основой для дальнейшего развертывания процедуры генерации этих же величин, но уже с суточным шагом и учетом закономерных внутригодовых колебаний, отображающих смену времени года [Виноградов, 2010]. Поскольку зависимость поведения атмосферы от ее начального состояния с течением времени стремительно затухает, то к ней приходится относиться как к стохастической или детерминированно-хаотической системе [Виноградов, 2008]. Неограниченная во времени модель погоды с неизбежностью может быть только стохастической, но с учетом детерминированной периодичности – суточной и годичной.

Для описания случайного процесса формирования структуры полусуточных (полусуточных) сумм осадков и пульсаций интенсивности внутри дождя рекомендуем следующие алгоритмы по блокам стохастической модели «Погода» [Виноградов, 2010; Таланов, 1994, 1998, 2007]. При решении таких задач следует оставаться в рамках гауссовости и марковости.

Секция 1. Ввод информации. Список метеостанций с указанием их высоты над ур.м. и номера РТ. Приемлемыми элементами стохастической модели являются суточные величины: вероятность выпадения осадков; суточные суммы осадков; продолжительность выпадения жидких осадков; суточная температура воздуха; суточная относительная влажность воздуха. За дождливый день принимается суточный интервал времени с измеренным количеством осадков более 1 мм. Точка усечения эмпирических функций распределения  $H=1$  мм, а степень усечения принимается одинаковой и равной 0,55. Эмпирические вариационные ряды суточных сумм осадков аппроксимируются функционально-нормальным распределением с функцией преобразования  $x = (H + 1)^{n(x)} \ln H$ . Одновременно оцениваются ее параметры – математическое ожидание  $M(x)$ , среднее квадратическое отклонение  $s(x)$ ,  $n(x)$  – характеризует асимметричность исходного ряда [Виноградов, 1988]. Вычисляются средние многолетние значения месячных условных (были или не были накануне осадки) вероятностей выпадения осадков.

Секция 2. Однократное вычисление ряда постоянных неизменяющихся величин и величин, имеющих внутригодовой ход. В пределах РТ-площадей: облачность и вероятность появления дня с осадками; интерполяционные коэффициенты для перевода наблюдаемых метеорологических величин в РТ. Вычисляют коэффициенты корреляции нормализованных суточных сумм осадков  $x=x(H)$  для двух ситуаций – при суточной температуре воздуха  $\theta \geq 2$  °С и  $\theta < 2$  °С, после чего строятся две соответствующие пространственные корреляционные функции и одновременно оцениваются их параметры.

Для двух соседних точек несовпадение обстановки «есть осадки – нет осадков» ( $v_{12}$ ) определяют следующие вероятности за каждые сутки: несовпадения погодной обстановки  $v_{12}$ ; систематического (климатического) несовпадения  $\sigma_{12} = |\lambda_1 - \lambda_2|$  с учетом вероятности  $\lambda$  того факта, что день будет отмечен осадками; случайного несовпадения  $\mu_{12}=(v_{12}-\sigma_{12})$ . Для известных точек (А, В, С), в которых значения осадков уже зафиксированы, а в точке Х это еще предстоит сделать – моделируют условные вероятности и определяют факт попадания случайных чисел в интервал  $0 \dots \lambda(X/ABC)$  (день с осадками) или в интервал  $\lambda(X/ABC) \dots 1$  (день без осадков).

Поле нормализованных и нормированных суточных сумм осадков будем считать однородным и изотропным, а пространственная корреляционная функция этого поля аппроксимируется экспоненциальной зависимостью от расстояния между заданными точками.

Секция 3. Пересчет прихода прямой солнечной радиации на поверхность почвы, учитывающий влияние облачности, альbedo поверхности, орографической затененности и покрытие растительностью.

Секция 4. Преобразование входных метеовеличин или их генерация для РТ за все дни и годы. Интерполяция в РТ возможна только для предварительно нормированных величин. Определения слоя жидких осадков с учетом приземной температуры воздуха и наиболее вероятные продолжительности их выпадения. Каждый элементарный процесс пульсации интенсивности осадков можно представить в виде отношения случайной функции  $i(t)$  к своему математическому ожиданию, в качестве оценки которого используют величину дождя за время его выпадения  $T$ :  $I = (1/T) \int_0^T i(t) dt$ . Одномерный закон распределения ординат случайного процесса интенсивности дождя будет показательным с одним параметром:  $\varphi(i) = (1/I) \exp(-i/I)$ . Нормированная корреляционная функция процесса  $i(t)$  хорошо аппроксимируется выражением:  $r(\tau) = \exp(-0,10|\tau|)$ , где  $\tau$  – интервал времени (мин). Статистика кривых распределения параметров  $T$  и  $H=IT$ , определяющих уровень интенсивности и

продолжительности случайного процесса выпадения осадков, определена для почти 500 метеорологических пунктов, расположенных в горных районах Евразии (40–60 с.ш., 40–140 в.д.). Зависимость между равнообеспеченными величинами слоя ( $H_p$ , мм) и продолжительности ( $T_p$ , мин) выпадения осадков имеет вид:  $T_p = A H_p^n$ . Здесь значения параметра  $n$  находятся в интервале от 0,81 (Карпаты) до 0,89 (Алтай) [Виноградов, 1987], а в Приморском крае оно уменьшается до 0,70 (Сихотэ-Алинь). Для внутриматериковой горной территории при расчете продолжительности дождей рекомендовано среднее значение параметра  $n = 0,83$  [Таланов, 1994]. Параметр  $A$  характеризует метеорологические особенности конкретной местности в отношении средней интенсивности выпадения осадков (интервал 34÷85).

Последовательность детерминированно-стохастического моделирования гидрометеорологических процессов в координатах пространства и времени включает этапы. На выходе стохастической модели погоды (А) генерируются пространственно-временные поля метеорологических величин, которые поступают на вход детерминированной модели формирования стока и сопровождающих его процессов. Затем рассчитываются характеристики паводков, поступающие на вход стохастической модели (В), выполняющей задачу вычисления эмпирических функций распределения. На выходе стохастической модели (В) фигурируют координаты кривых распределения заданных характеристик стока. Такие системы кривых распределения характеристик стока могут быть получены, как для прошлых, так для настоящих и будущих условий. Можно имитировать гидрометеорологические ситуации в бассейне, в том числе и с учетом изменений ландшафтов и климата [Мочалов, 1992; Таланов, 2007].

В цель исследования входит интерпретация данных с позиций снижения уровня неопределенности для факторов определяющих условия формирования селей, моделирование и прогнозирование характеристик состояния объекта-процесса на определенную дату и место возникновения явления. Определяют начальные условия выпадения дождя и краткосрочный прогноз их количества. Первые сутки прогноза начинаются с 9 часов (время утреннего измерения осадков, слой которых относится за ночь предыдущих суток) того дня, когда составляется прогноз. Для селевого бассейна Малая Алматинка средняя оправдываемость прогнозов количества осадков составила 78 % и 76 % с заблаговременностью соответственно 12 и 24 часа [Вальнер, 1992].

Прогнозирование селеобразования осуществляется для селевых очагов, приуроченных к притокам речной сети первого порядка [Таланов, 1998, 2013]. Объектами формирования паводков служат водосборы элементарных склонов с различными стокообразующими поверхностями (степями, лесами, скалами, осыпями, современными и древними моренами, ледниками). Оптимальные размеры репрезентативных бассейнов, несколько зависящие от характера рельефа, составляют 0,01–1,0 км<sup>2</sup>. Поверхностные стоковые элементы в зависимости от уклона и ландшафта могут изменяться от 10<sup>-3</sup> до 10<sup>4</sup> м<sup>2</sup>. Типами очагов селей являются ложбины, рытвины, врезы, русла, тальвеги в покровных рыхлообломочных породах, в которых происходит взаимодействие паводков с расходами, превышающими их критическое значение (селевые очаги взаимодействия). Морфометрические соотношения селевых очагов записывают в виде  $MФ=(H/V) (L/V)$ , где  $H$ ,  $V$ ,  $L$  – соответственно средняя глубина, средняя ширина по верху и длина морфологического образования (селевые рытвины  $MФ=(0,4÷0,8) (15÷100$  и более), селевые врезы  $MФ=(0,4÷0,8) (1÷15)$ , селевые обнажения  $MФ=(0,01÷0,06) (1÷15)$ ) [Виноградов, 2010].

Прикладная сторона исследования: обобщение данных наблюдений и анализ изменения параметров в пространстве и времени, их типизация и генерализация в целях оценки селевой опасности и риска возможного ущерба на конкретной территории хозяйственного освоения. Разработанный краткосрочный вероятностный прогноз селей (эрозии) дождевого происхождения с заблаговременностью от 12 до 24 часа имеет оправдываемость опасных явлений 75–80 % (как для отдельных очагов, так и фоновый в условиях северного склона Илейского Алатау). Результаты оценок экономической эффективности при ориентации потребителя на прогнозы селеопасности с постоянным применением предупредительных мер убедительно показывают на существенный выигрыш (в 2–6 раза, а иногда и более) по сравнению со стратегией игнорирования опасности [Таланов, 2007].

*Вальнер Р.Ю.* Способ краткосрочного прогноза осадков в селеопасный период для Заилийского Алатау // КазНИГМИ, Сборник 12 «Селевые потоки». – М.: Гидрометеиздат, 1992. – С. 62–70.

*Виноградов В.А., Кошинский С.Д., Таланов Е.А.* Атмосферные осадки и сели юго-востока Западной Сибири. – М.: Гидрометеиздат, 1987. – 148 с.

- Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 312 с.
- Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии: учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
- Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии: учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 304 с.
- Кожухметова Э.П., Загидуллина А.Р., Анпазова Т.Б. Точность воспроизведения температуры воздуха и осадков на территории Казахстана климатическим архивом CRUTS 2.1 // Гидрометеорология и экология. – 2013. – №3(70). – С. 30–41.
- Мочалов В.П., Таланов Е.А. Метод краткосрочного вероятностного прогноза селей дождевого генезиса // КазНИГМИ, Сборник 12 «Селевые потоки». – М.: Гидрометеиздат, 1992. – С. 25–40.
- Севастьянова Л.М., Ахметшина А.С. Методы краткосрочных прогнозов погоды общего назначения: учебное пособие. – Томск: Изд-во «Курсив», 2011. – 266 с.
- Таланов Е.А. Статистические закономерности пространственного и временного распределений дождей в горных районах Казахстана // Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. географ. наук. – Алматы, 1994. – 27 с.
- Таланов Е.А. Математическое моделирование и краткосрочное вероятностное прогнозирование селей дождевого генезиса. – Алматы: Казак университеті, 1998. – 131 с.
- Таланов Е.А. Региональная оценка эколого-экономического риска от водной эрозии и селей. – Алматы, 2007. – 352 с.
- Таланов Е.А. Оценка степени эрозионного расчленения бассейнов и основные закономерности селевой опасности в горных районах // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 375. – С. 187–193.

## **ЭВОЛЮЦИЯ СЕЛЕВЫХ БАСЕЙНОВ НА СКЛОНАХ МОРСКИХ ТЕРРАС ЗАПАДНОГО ОХОТОМОРЬЯ**

РЫБАЛЬЧЕНКО С.В.<sup>1</sup>, ВЕРХОВОВ К.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Дальневосточный геологический институт дальневосточного отделения РАН Сахалинский филиал, лаборатория лавинных и селевых процессов, г. Южно-Сахалинск, Россия*  
<sup>2</sup> *ООО СКФ «Росстрой», Южно-Сахалинск, Россия*

## **STAGES OF FORMATION OF MUDFLOW BASINS ON THE SLOPES OF MARINE TERRACES MADAN**

RYBALCHENKO S.V.<sup>1</sup>, VERKHOVOV K.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Sakhalin Department of Far East Geological Institute, Laboratory of Avalanche & Debris-Flow Processes*  
<sup>2</sup> *LLC BCF «Rosstroy», Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

### **Введение**

Сели на морских террасах широко распространены на всей территории Западного Охотоморья (побережье Магаданской области и о. Сахалин). Несмотря на небольшие объемы (в редких случаях максимальные объемы могут достигать нескольких десятков тысяч м<sup>3</sup>), селевые потоки представляют серьезную опасность из-за высоких скоростей (до 15 м/с), обусловленных большими уклонами (до 35°) и малой длиной селевых русел (в среднем 100 – 500 м). Территории 21 населенного пункта Западного Охотоморья подвержены воздействию селевых потоков со склонов морских террас и представляют угрозу транспортным магистралям, объектам хозяйственной деятельности и жилой застройке. Активно формирующиеся селевые бассейны с частыми селями могут внести существенные изменения в территориальное планирование этих городов в течение ближайших 20-30 лет [Гребнев, 2008]. Стоит отметить, что вопрос возникновения и развития селевых бассейнов на склонах морских террас до сих пор малоизучен и представляет большой научный и практический интерес.

### **Селевой режим морских террас Западного Охотоморья**

Возникновение селевых бассейнов на морских террасах Западного Охотоморья обусловлено особенностями их геологического строения.

<i>РЯЩЕНКО Т.Г.</i> МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ СЕЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (УЧАСТОК БАМа).....	220
<i>СЕЙНОВА И.Б., ЧЕРНОМОРЕЦ С.С., ДОКУКИН М.Д., САВЕРНЮК Е.А.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КРУПНЕЙШИХ ЛАХАРОВ В ЛЕДНИКОВОМ ПОЯСЕ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА (КАМЧАТКА, РОССИЯ) НА ПРИМЕРЕ ПАРОКСИЗМАЛЬНОГО ИЗВЕРЖЕНИЯ 1945 ГОДА .....	224
<i>СТЕПАНОВ Б.С., ЯФЯЗОВА Р.К.</i> ОСОБЕННОСТИ СЕЛЯ 2015 г. В ЗАИЛИЙСКОМ АЛАТАУ.....	228
<i>ТАЛАНОВ Е.А.</i> ТЕХНОЛОГИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАВОДКОВ И СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗА КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ НА 3 И 6 ЧАСОВ.....	229
<i>ТЕР-МИНАСЯН Р.О.</i> ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИИ СЕЛЕНОСНЫХ ВОДОТОКОВ Р. ПАМБАК-ДЕБЕД.....	234
<i>ТРИФОНОВА Т.А., ВИНОГРАДОВ А.Ю., АРАКЕЛЯН С.М., АБРАХИМ С.И., КУЧЕРИК А.О., ТРИФОНОВ Д.В., ТЮЛЕНЕВ Н.Ю.</i> ГЛОБАЛЬНЫЙ И РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ ГЕНЕЗИСА КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ – ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ МАССОВОГО И ВОДНОГО БАЛАНСА .....	236
<i>УХОВА Н.Н., ЧЕРКАШИНА А.А., МАКАРОВ С.А.</i> ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ В РАЗРЕЗЕ СЕЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.....	241
<i>ЧЕРНОМОРЕЦ С.С., САВЕРНЮК Е.А., ПЕТРАКОВ Д.А., ДОКУКИН М.Д., ГОЦИРИДЗЕ Г.З., ГАВАРДАШВИЛИ Г.В., ДРОБЫШЕВ В.Н., ТУТУБАЛИНА О.В., КОЛЧИН А.А., ЗАПОРОЖЧЕНКО Э.В., КАМЕНЕВ Н.А., КАМЕНЕВ В.А., КЭЭБ А., КАРГЕЛ ДЖ., ХУГГЕЛ К.</i> ЛЕДОВО-КАМЕННЫЙ ОБВАЛ И ПОСЛЕДУЮЩИЙ СЕЛЕВОЙ ПОТОК В ДЕВДОРАКСКОМ УЩЕЛЬЕ (КАВКАЗ, ГРУЗИЯ) В 2014 ГОДУ .....	244
<i>ЧЕТЫРЬБОЦКИЙ А.Н.</i> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СХОДА ЛАВИНЫ ГИБРИДНЫМИ МЕТОДАМИ SPH.....	248
<i>ШАФИЕВ Г.В.</i> АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОРЫВООПАСНЫХ ОЗЁР ПО ДОЛИНЕ РЕКИ ГУНД В ЮГО-ЗАПАДНОМ ПАМИРЕ .....	250
<i>BRAUN M., KAITNA R.</i> ANALYSIS OF METEOROLOGICAL TRIGGER CONDITIONS FOR DEBRIS FLOWS ON A DAILY TIME SCALE.....	255
<i>CHANG, YU, CHAN, CHUN-HSIANG, TSAI, YUAN-FAN</i> PRIMARY STUDY OF TEMPORAL SPATIAL ANALYSIS IN ISOLATED COMMUNITY .....	257
<i>FUCHS, S.; ZISCHG, A.; KEILER, M.</i> EXPOSURE TO TORRENTIAL FLOODS IN THE EUROPEAN ALPS .....	258
<i>ISAAC MONISHA AND ISAAC RAJENDRA KUMAR</i> ROLE OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN HIMALAYAN REGION .....	262
<i>RAJENDRA KUMAR ISAAC AND MONISHA ISAAC</i> CLIMATIC CHANGES AND THEIR EFFECTS IN HIMALAYAN REGION .....	271
<i>KAIHENG HU, PU LI, YONG YOU, AND FENGHUAN SU</i> A DEM BASED APPROACH FOR DELINEATING HAZARD ZONES IN THE VALLEYS OF DEBRIS FLOW BASINS.....	279
<i>LIU JIANKANG, YANG SHUN, YANG DONGXU AND SHI SHENGWEI</i> LAB TEST FOR MECHANICS ON DEVELOPMENT AND CHARACTERISTIC OF GLOFS.....	280
<i>QINGQING YANG, ZHIMAN SU, ZHIHAO LI, FEI CAI</i> INFLUENCE OF ICE CONTENT ON THE RUN-OUT OF ROCK-ICE AVALANCHES .....	286
<i>SHAOJIE ZHANG</i> .....	287
<i>SU PENGCHENG, LI YONG</i> PRECIPITATION WATER VAPOR CHARACTERISTICS IN SMALL WATERSHEDS OF MOUNTAIN AREA INVERSED BY GROUND-BASED GPS .....	287
<i>SU ZHIMAN, YANG QINGQING, CAI FEI, LI ZHIHAO</i> AN INNOVATIVE METHOD FOR MEASURING THE DYNAMIC BASAL FRICTION OF GRANULAR ASSEMBLIES .....	300
<i>SU ZHIMAN, CAI FEI, YANG QINGQING, LI ZHIHAO</i> FRICTIONAL PROPERTIES OF BIDISPERSE GRANULAR ASSEMBLIES ON AN INCLINED PLANE .....	306
<i>TSAI, YUAN-FAN, CHAN, CHUN-HSIANG, CHANG, CHENG-HSIN</i> SEDIMENT DISASTER POTENTIAL STUDY OF ISOLATED COMMUNITY IN MOUNTAIN AREA .....	306
<i>XIE HONG, LI YONG, SU PENGCHENG, YU BIN</i> DEBRIS FLOW BLOCKING RIVER IN THE UPPER REACHES OF MINJIANG RIVER AFTER THE WENCHUAN EARTHQUAKE, CHINA.....	307

<i>YANG H, WEI F, HU K, LV J</i> EXPERIMENTAL STUDY OF THE FLOW RESISTANCE OF COHESIONLESS PARTICLES IN A MUD SLURRY .....	311
<i>YANG SHUN, HUANG JIANGCHENG, LIU JIANKANG, PAN HUALI</i> THE PRELIMINARY STUDY OF PRESENT SITUATION OF HUNSHUIGOU DEBRIS FLOW PREVENTION ENGINEERING AND RISK ASSESSMENT .....	312
<i>YUMEI LI, ZHI WANG, JINGYUE DI</i> PROBABILITY FORECAST METHOD OF REGIONAL HIGHWAY GEOLOGICAL DISASTER BASED ON EFFECTIVE RAINFALL .....	317

*Научное издание*

## **СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: КАТАСТРОФЫ, РИСК, ПРОГНОЗ, ЗАЩИТА**

Материалы IV Международной конференции  
Россия, г. Иркутск – пос. Аршан (Республика Бурятия)  
6-10 сентября 2016 г.

Технический редактор *А.И. Шеховцов*  
Дизайнер *И.М. Батова*

---

Подписано в печать 31.08.2016 г.  
Формат 60x90/8. Гарнитура Times New Roman. Бумага Ballet.  
Уч.-изд. л. 40,6. Усл. печ. л. 37,7. Тираж 200 экз. Заказ № 737.

Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1