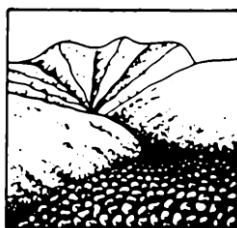


DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Proceedings
of the 5th International Conference

Tbilisi, Georgia, 1-5 October 2018



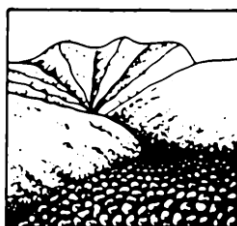
Editors
S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili

Publishing House “Universal”
Tbilisi 2018

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Труды
5-й Международной конференции

Тбилиси, Грузия, 1-5 октября 2018 г.



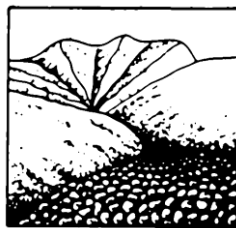
Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили

Издательство Универсал
Тбилиси 2018

ღვარცოფები: კატასტროფები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა

მე-5 საერთაშორისო კონფერენციის
მასალები

თბილისი, საქართველო, 1–5 ოქტომბერი, 2018



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

გამომცემლობა "უნივერსალი"
თბილისი 2018

УДК 551.311.8
ББК 26.823

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

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

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

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

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

При создании логотипа конференции использован рисунок из книги С.М. Флейшмана «Селевые потоки» (Москва: Географгиз, 1951, с. 51).
Conference logo is based on a figure from S.M. Fleishman’s book on Debris Flows (Moscow: Geografiz, 1951, p. 51).

ISBN 978-9941-26-283-8

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

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

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



Комплексный подход к созданию инженерной защиты от селевых процессов на морских террасах о. Сахалина

С.В. Рыбальченко¹, К.В. Верховов²

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Сахалинский филиал,
лаборатория лавинных и селевых процессов, Южно-Сахалинск, Россия,
rybalchenko_sv@mail.ru

²ОАУ СТК «Горный воздух», Южно-Сахалинск, Россия,
konstantin_verhovov@mail.ru

На морских террасах о. Сахалина, сложенных рыхлыми и слабо литифицированными горными породами, как и во многих островных и прибрежных регионах России, повсеместно распространены селевые процессы. Создание инженерной защиты, а также осуществление территориального планирования и трассировки линейных сооружений с учетом особенностей динамики развития селевых бассейнов на морском побережье требует комплексного подхода к вопросу изучения и прогнозирования эволюции подобных форм рельефа. Авторами предложен алгоритм создания схемы эволюционного развития селевых бассейнов на склонах морских террас о. Сахалин, которая содержит информацию о форме селевого бассейна, стадии и пути его развития, литологическом составе горных пород и типе селевого процесса, а также предложен комплекс мероприятий инженерной защиты на разных стадиях развития селевого бассейна на морских террасах, что позволит снизить селевые риски при территориальном планировании на урбанизированных территориях и трассировке линейных сооружений.

селевой поток, селевой бассейн, эрозия, инженерная защита

An integrated approach to the creation of the engineering protection against debris flow processes on marine terraces of the Sakhalin island

S.V. Rybalchenko¹, K.V. Verkhovov²

¹Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Science,
Sakhalin Department, laboratory of Avalanche and Debris-flow Processes, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, rybalchenko_sv@mail.ru

²Sports and tourist complex "Mountain Air", Yuzhno-Sakhalinsk, Russia,
konstantin_verhovov@mail.ru

On the sea terraces of Sakhalin island, composed of loose and poorly littered rocks, as well as in many island and coastal regions of Russia, debris flows processes are everywhere widespread. The creation of engineering protection, as well as the implementation of territorial planning and tracing of linear structures taking into account the dynamics of the development of debris flows basins on the seashore requires a comprehensive approach to the study and prediction of the evolution of such forms of relief. The authors proposed the algorithm for generating the schema of evolutionary development in the debris flows on the slopes of the marine terraces of the Sakhalin island, which contains information about the form of debris flow basin, stages and ways of its development, the lithological composition of the rocks and the debris flow type process, and the complex of measures of engineering protection at different stages of development debris basin on marine



terraces, which will reduce debris flows risks in spatial planning in urban areas and tracing of linear structures.

debris flow, debris flow basin, erosion, engineering protection

Введение и постановка задачи

На Сахалине значительная часть населенных пунктов и объектов транспортной инфраструктуры расположены в прибрежной зоне, что обусловлено природными факторами и историей освоения региона. Морские берега, представленные преимущественно аккумулятивными и аккумулятивно-денудационными морскими террасами, характеризуются высокой частотой расчленения рельефа и повсеместным распространением склоновых экзогенных процессов (селей и оползней различного генезиса). Значительную угрозу для урбанизированных территорий морских побережий о. Сахалин представляют активно растущие селевые бассейны, которые могут быть представлены элементами овражно-балочной сети, а также различными денудационными формами рельефа. Развитие селевых бассейнов на морских террасах может принимать весьма бурный характер в связи с активным селеформированием, обусловленным особенностями геологического строения и муссонным климатом региона. Активно растущие селевые бассейны с высокой частотой селеформирования значительно влияют на деградацию земель, увеличивая глубину и частоту расчленения рельефа и могут внести существенные изменения в территориальное планирование в течение ближайших 20-30 лет (рис. 1).

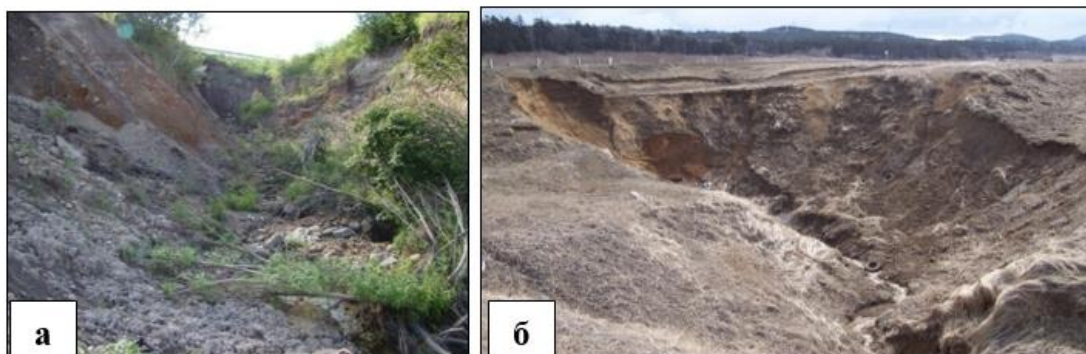


Рис. 1. Активно растущие селевые бассейны на морских террасах а) с. Гастелло. Восточное побережье Среднего Сахалина б) с. Ильинское. Западное побережье Среднего Сахалина. Фото С.В. Рыбальченко.

Наряду с другими склоновыми экзогенными процессами на морских террасах (оползнями, эрозией, термоабразией и т.д.) селевые процессы широко распространены во многих прибрежных и островных регионах России: Кольский, Чукотский п-ов, п-ов Таймыр, Ямал, архипелаг Новая Земля, Северная Земля, Земля Франца-Иосифа, п-ов Крым, Краснодарский край, Магаданская область, п-ов Камчатка, п-ов Чукотка, Курильские о-ва и др. [Флейшман, 1978; Перов, 2012]. Однако, несмотря на широкое распространение, формирование селей и возникновение селевых бассейнов на морских террасах, а также их дальнейшее развитие до сих пор является малоизученной областью селеведения. Создание инженерной защиты, а также осуществление территориального планирования и трассировки линейных сооружений с учетом особенностей динамики развития селевых бассейнов на морском побережье требует комплексного подхода к вопросу изучения и прогнозирования эволюции подобных форм рельефа.

Развитие селевых бассейнов на морских террасах о. Сахалин

В развитии селевых бассейнов на морских террасах о. Сахалин можно выделить несколько этапов эволюции, которые также характерны для всех регионов с гумидным климатом. Стоит отметить, что основным признаком, определяющим стадию развития селевого бассейна, являются геоморфологическое строение его русла, которое значительно изменяется с течением времени под действием экзогенных процессов [Рыбальченко, Верховов, 2016]. На основе геоморфологических характеристик русла селевого бассейна можно выделить четыре стадии эволюции, каждой из которых соответствует своя форма и стадия развития русла (рис. 2).

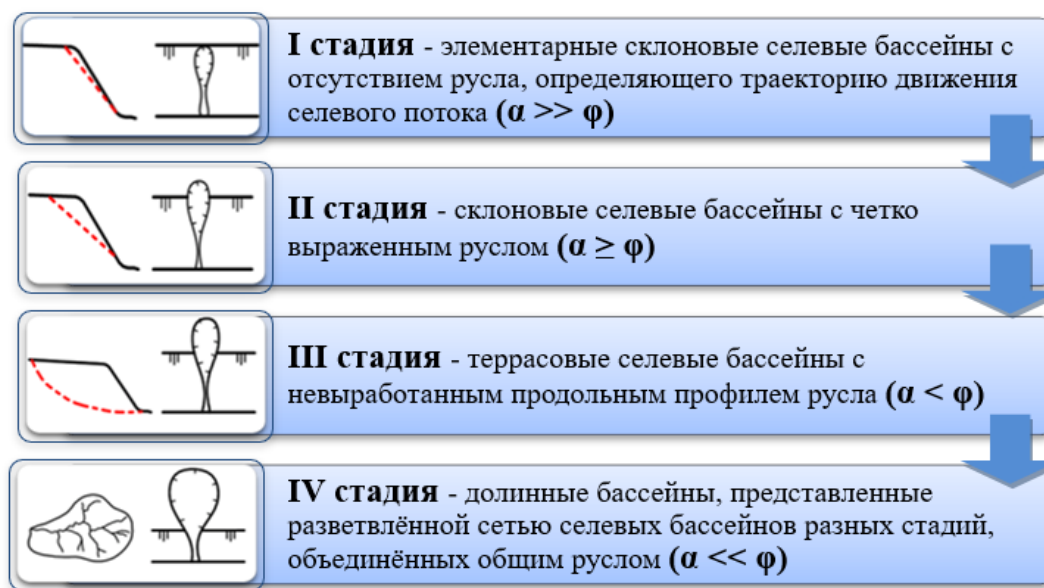


Рис. 2. Стадии эволюции селевых бассейнов на склонах морских террас о. Сахалин (α – угол продольного уклона зоны транзита, φ – угол внутреннего трения пород ПСМ)

Для каждой из четырех стадий эволюции селевых бассейнов на морских террасах о. Сахалин можно выделить ряд признаков, позволяющих точно идентифицировать ту или иную стадию эволюции при помощи качественных, а не количественных характеристик (табл. 1).

Таблица 1. Морфометрические признаки селевых бассейнов на разных стадиях эволюции.

Стадия эволюции селевого бассейна	Угол продольного уклона зоны транзита селевого бассейна*	Тип селевого процесса*	Количество селевых очагов	Длина водосбора селевого бассейна*	Тип генетических отложений конуса выноса*
I	$\alpha \gg \varphi$	С, Э-С	1	$L \approx l$	cQ, pQ
II	$\alpha \geq \varphi$	С, Э-С	1	$L \geq l$	pQ, dQ
III	$\alpha < \varphi$	Э-Т	>1	$L > l$	pQ
IV	$\alpha \ll \varphi$	Э-Т	$\gg 1$	$L \gg l$	aQ, pQ

*Примечание 1: α – угол продольного уклона зоны транзита, φ – угол внутреннего трения пород ПСМ;

Примечание 2: L – длина водосбора селевого бассейна, l – длина селевого очага;

Примечание 3: тип селевого процесса: С - сдвиговый; Э-С - эрозионно-сдвиговый; Э-Т - эрозионно-транспортный;



Примечание 4: генетический тип отложений: cQ – коллювий; pQ– пролювий; dQ– делювий; aQ – аллювий.

Основные факторы, определяющие переход селевых бассейнов на склонах морских террас о. Сахалин от стадии к стадии: геологические и геоморфологические, гидрометеорологические играют второстепенную роль [Казаков, 2000].

Стоит отметить, что на начальных стадиях эволюции основным механизмом развития селевых бассейнов является активное селеформирование, которое в отличие от овражной эрозии, оказывает значительно большее влияние на скорость роста селевых бассейнов.

Схема эволюционного развития селевых бассейнов на склонах морских террас острова Сахалин

Для осуществления комплексного подхода к вопросу прогноза возникновения и развития селевых бассейнов на морских террасах для отдельной местности авторами статьи предложен алгоритм создания схемы эволюционного развития селевых бассейнов.

Исходными данными для создания схемы эволюционного развития является реестр селевых бассейнов, исследуемой территории, с указанием их морфометрических характеристик (ширины, глубины, длины), уклона зоны транзита, наличия селевых очагов, а также литологического состава горных пород. На основе морфометрических характеристик из реестра выделяются наиболее характерные формы селевых бассейнов.

Стоит отметить, что существует прямая зависимость между формой селевого бассейна и литологическим составом горных пород, вмещающих селевой бассейн. Учитывая данную зависимость, те или иные выделенные формы селевых бассейнов относятся к отдельным литологическим комплексам (по Г. В. Полунину), либо группам литологических комплексов по степени литификации (рыхлые, слабо или сильно литифицированные). Для отдельных литологических комплексов или групп литологических комплексов, на основе морфометрических признаков селевых бассейнов: продольный уклон зоны транзита, наличие селевых очагов, соотношение длин водосбора селевого бассейна и селевого очага, определяется к какой стадии эволюции относятся те или иные формы селевых бассейнов. Преобладающий тип селевого процесса (сдвиговый, эрозионно-сдвиговый или эрозионно-транспортный) определяется в зависимости от литологического состава горных пород вмещающих селевой бассейн и стадии его развития. Учитывая тип селевого процесса и форму селевого бассейна, а также полевые наблюдения определяются возможные пути возникновения и развития селевых бассейнов.

Схема, составленная на основе морфометрических и геологических данных, а также полевых и стационарных наблюдений, содержит информацию о форме селевого бассейна, стадии и пути его развития, литологическом составе горных пород и типе селевого процесса, что позволяет прогнозировать возможные пути преобразования и развития форм эрозионного и денудационного рельефа, являющихся селевыми бассейнами (рис. 3). Схема эволюционного развития селевых бассейнов особенно актуальна при территориальном планировании и трассировке линейных сооружений на урбанизированных территориях, поскольку позволяет определить комплекс мер по инженерной защите на различных стадиях развития селевого бассейна (табл. 2).

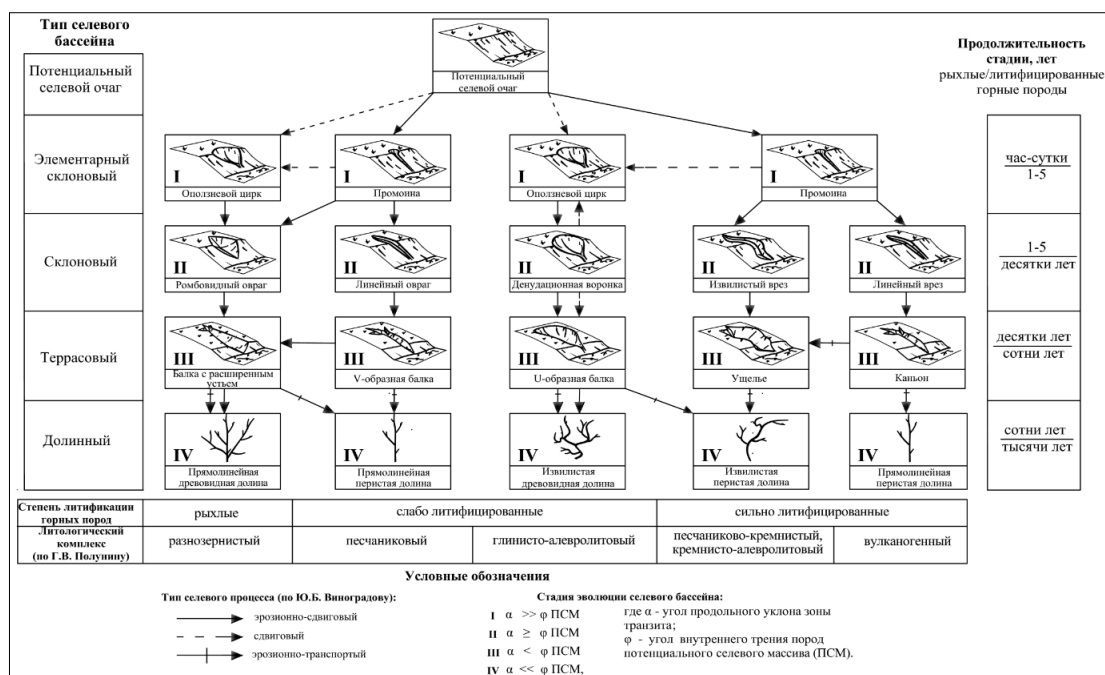


Рис. 3. Схема эволюционного развития селевых бассейнов на морских террасах о. Сахалин

Таблица 2. Мероприятия по снижению негативного воздействия селевых процессов на разных стадиях эволюции склоновых селевых бассейнов

Стадия эволюции селевого бассейна	Тип инженерных мероприятий	Мероприятия по инженерной защите от селевых процессов
I	противоэрозионные, противооползневые	организация отвода дождевых и талых вод с поверхности морской террасы; укрепление склона морской террасы;
II	противоэрозионные, противоселевые	организация отвода дождевых и талых вод с поверхности морской террасы; организация пропуска временных и постоянных водотоков; укрепление бортов селевого бассейна;
III	противоэрозионные, противоселевые	организация отвода дождевых и талых вод с поверхности морской террасы; укрепление бортов селевого бассейна; организация селепропускных и руслоукрепительных сооружений;
IV	противоселевые	организация селезадерживающих, селепропускных, селеотводящих, руслоукрепительных и селезащитных сооружений.

Выводы

На основе морфометрических и геологических данных, а также полевых и стационарных наблюдений, для отдельной местности можно составить схему эволюционного развития склоновых селевых бассейнов. Такая схема эволюционного развития впервые разработана для селевых бассейнов, расположенных на морских террасах о. Сахалин и позволяет прогнозировать возможные пути преобразования и развития форм эрозийного и денудационного рельефа, являющихся селевыми



бассейнами, что особенно актуально при территориальном планировании и трассировке линейных сооружений.

Список литературы

- Казаков Н.А. (2000). Геологические и ландшафтные критерии оценки лавинной и селевой опасности при строительстве линейных сооружений (на примере о. Сахалин). Дисс. канд. геол.–мин. наук. М., Деп. ВЦНТИ, 216 с.
- Перов В.Ф. (2012). Селеведение. Учебное пособие. М., Географический факультет МГУ, 272 с.
- Рыбальченко С.В., Верховов К.В. (2016). Эволюция селевых бассейнов на склонах морских террас Западного Охотоморья. Материалы IV Международной конференции «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита». Иркутск, Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 215-220.
- Флейшман С.М. (1978). Сели. Л., Гидрометеиздат, 312 с.