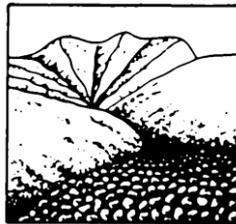


DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Proceedings
of the 5th International Conference

Tbilisi, Georgia, 1-5 October 2018



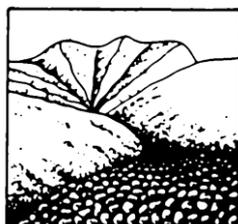
Editors
S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili

Publishing House “Universal”
Tbilisi 2018

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Труды
5-й Международной конференции

Тбилиси, Грузия, 1-5 октября 2018 г.



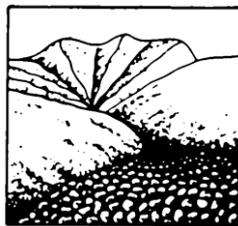
Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, Г.В. Гавардашвили

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



Защита от селевых потоков на острове Сахалин

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

ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Сахалинский филиал, Сахалин, Россия, kazakovana@fegi.ru

Территория о. Сахалин характеризуется высокой степенью селевой активности. Воздействию селей подвержены территории 30 населенных пунктов острова, в том числе 7 городов (Южно-Сахалинск, Невельск, Холмск, Макаров и др.), а также автомобильные и железные дороги, в том числе регионального и федерального значения. В населенной зоне о. Сахалин преобладают селевые потоки небольших объемов (0,5-10 тыс. м³), однако, в горных районах острова объемы селей могут превышать 300 тыс. м³. Сели большого объема достигают днищ долин, в которых расположены населенные пункты, в том числе г. Южно-Сахалинск. Для селей большого объема характерна редкая повторяемость, в связи с чем основной ущерб, причиняемый селями населению и хозяйству острова, в настоящее время заключается в завалах автомобильных и железных дорог и территорий населенных пунктов. В ряде случаев селевыми потоками повреждались жилые дома в г. Макаров, г. Невельск и других населенных пунктах. Тем не менее, в настоящее время противоселевая защита есть на крайне малом количестве селеопасных участков на территории острова: на нескольких участках автомобильных и железных дорог на восточном побережье и на трассе нефтегазопроводов проекта "Сахалин-2". В работе рассматривается современное состояние противоселевой защиты на территории о. Сахалин, а также приводятся примеры противоселевых мероприятий, проведенных по проекту лаборатории лавинных и селевых процессов Сахалинского филиала ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН.

защита от селевых потоков, Сахалин, селевая опасность, селевой поток, селя

Debris flow protection on Sakhalin Island

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

Far East Geological Institute of Far Eastern Branch of Russian Academy of Science, Sakhalin Branch, Sakhalin, Russia, kazakovana@fegi.ru

The territory of Sakhalin Island is characterized by a high degree of debris flow activity. The debris flows influence on the territory of 30 settlements of the island, including 7 cities (Yuzhno-Sakhalinsk, Nevelsk, Kholmsk, Makarov, etc.), as well as roads and railways. The debris flows of small volumes (0.5-10 thousand m³) are dominated in the populated area of Sakhalin Island, however, in mountainous areas of the island, the mudflow may exceed 300 thousand m³. Debris flows of large volume reach the bottoms of the valleys, in which the settlements are located. Debris flows of large volume have a rare frequency, and as a result, the main damage caused by debris flows to the population and economy of the island is currently in the obstructions of roads and railways and territories of settlements. In addition, in some cases, debris flows damaged buildings in the cities of Makarov, Nevelsk and other settlements. Nevertheless, at present, there is a very small number of debris flow protection constructions on the island: on several sections of roads and railways on the east coast and on the oil and gas pipeline route of the "Sakhalin-2" project. The paper considers the current state of the debris flow protection on the territory of Sakhalin Island, as well as examples of debris flow protection measures carried out on

the project of the Sakhalin Branch of the Far Eastern Geological Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences.

debris flow protection, Sakhalin Island, debris flow hazard, debris flow

Введение

Широкое распространение селевых процессов на территории о. Сахалин обуславливает заметное воздействие селей на население и хозяйство острова, и, следовательно, требует принятия мер по защите от селей. В работе рассматривается современное состояние противоселевой защиты на территории о. Сахалин, а также приводятся примеры противоселевых мероприятий, проведенных на восточном побережье острова на территории Макаровского района по проекту лаборатории лавинных и селевых процессов Сахалинского филиала ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН и АНО НИЦ «Геодинамика».

Постановка проблемы

Воздействию селей подвержены территории 30 населенных пунктов о. Сахалин, в т.ч. 6 городов (Южно-Сахалинск, Невельск, Холмск, Макаров и др.) [Рыбальченко, 2013], а также десятки километров автомобильных и железных дорог (рис. 1а), в том числе регионального и федерального значения.

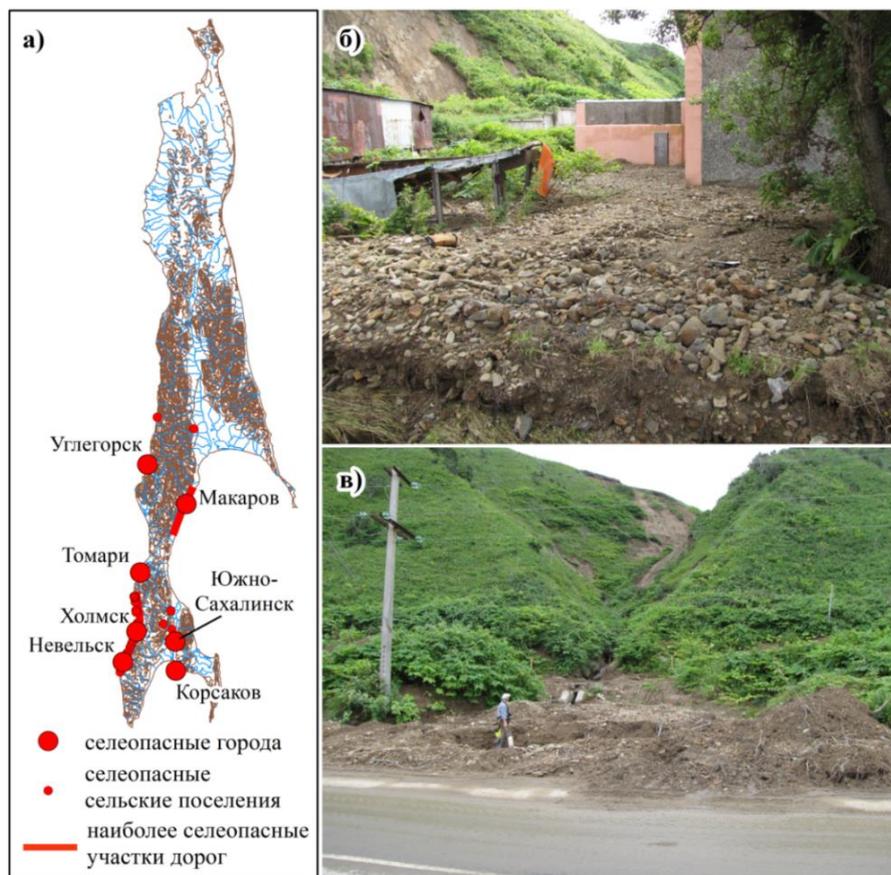


Рис. 1. Селевая опасность урбанизированных территорий Сахалина. а) селевая опасность населенных пунктов и дорог Сахалина; б) селевые отложения на территории г. Невельск, июль 2010 г.; в) селевые отложения на автодороге Невельск - Горнозаводск после расчистки завала, июль 2010 г. Фото авторов.



Главным образом это населенные пункты и участки дорог, расположенные у подножия уступа морских террас в Холмском, Макаровском и Невельском районах, что связано с высокой частотой селеобразования в селевых бассейнах, приуроченных к уступам морских аккумулятивных и абразионно-денудационных террас.

В населенной зоне о. Сахалин преобладают селевые потоки небольших объемов (0,5-1,0 тыс. м³), однако, в горных районах острова объемы селей могут превышать 300 тыс. м³ [Казаков, Генсиоровский, 2008]. Сели большого объема достигают днищ долин, в которых расположены населенные пункты, в том числе г. Южно-Сахалинск. Для селей большого объема характерна редкая повторяемость, в связи с чем основной ущерб, причиняемый селями населению и хозяйству острова в настоящее время заключается в завалах автомобильных и железных дорог и территорий населенных пунктов (рис. 1б, 1в), повреждении линий связи и электропередач. Кроме того, в ряде случаев селевыми потоками повреждались жилые дома, производственные сооружения и объекты социально-бытового назначения в г. Макаров, г. Невельск, г. Холмск и других населенных пунктах. Случаи гибели людей в селевых потоках отмечались во время периодов массового селеобразования в 1970, 1981 гг.

Необходимо отметить, что на о. Сахалин косвенный экономический ущерб от селей (прекращения движения транспорта вследствие завалов и повреждения дорог и т.п.) во много раз превышает стоимость прямого ущерба от повреждения и разрушения дорожного полотна селевыми потоками.

Тем не менее, в настоящее время противоселевая защита есть на крайне малом количестве селеопасных участков на территории острова: на нескольких участках автомобильных дорог на восточном побережье, на отдельных участках железных дорог и на трассе нефтегазопроводов проекта «Сахалин-2».

Селевые потоки на острове Сахалин

На острове Сахалин формируются как связанные (грязевые и грязекаменные), так и несвязные (наносоводные) селевые потоки. Средние объемы селевых потоков, как правило, составляют 0,5 - 1,0 тыс. м³, однако максимальные могут превышать 300 тыс. м³, а их дальность выброса достигает 10 - 16 км (горы Ламанон; Сусунайский хребет).

Предельных объемов селевые потоки достигают с частотой 1 раз в 25 - 30 лет. Частота формирования селей большого объема (более 100 тыс. м³) зависит от типа и состава пород потенциального селевого массива и морфометрических характеристик селевого бассейна и в среднем повторяется с интервалом 1 раз в 10 -12 лет. Высокие скорости и малая длина селевых русел обуславливают малое время добегания первой селевой волны до зоны аккумуляции селевых отложений, поэтому селевые потоки на о. Сахалин отличаются внезапностью.

На морских террасах острова широко распространены склоновые сели (грязевые и грязекаменные). Они имеют объемы 0,1 - 0,5 тыс. м³, реже - до 1 тыс. м³. Длина пути таких потоков, как правило, составляет десятки метров, толщина отложений - 0,5 - 4,0 м при ширине 2 - 15 м. Такие сели причиняют главным образом экономический ущерб за счет завалов дорожного полотна и территорий населенных пунктов.

По результатам полевых исследований, проводившихся сотрудниками Сахалинского УГМС, АНО НИЦ «Геодинамика», лаборатории лавинных и селевых процессов Дальневосточного геологического института (ДВГИ) ДВО РАН в 1978-2017 гг., и анализа архивных материалов установлено, что грязекаменные селевые потоки массово формировались на Южном и Среднем Сахалине в 1875, 1924, 1928, 1947, 1954, 1964, 1970, 1978, 1981, 1992, 1993, 2002, 2009, 2011, 2015, 2016 гг.

Современное состояние защиты от селей на о. Сахалин

Несмотря на высокую селевую активность значительной части территории о. Сахалин и большое число объектов, находящихся в селеопасных зонах, защита от



селей на острове существует на крайне ограниченном числе участков: на нескольких участках автомобильных и железных дорог на восточном побережье острова и на трассе нефтегазопроводов проекта "Сахалин-2". Практически все участки, на которых в настоящее время существуют сооружения противоселевой защиты, сосредоточены на территории Макаровского района. Мероприятия по противоселевой защите выполнены на участках автодороги г. Южно-Сахалинск – г. Оха между с. Заозерное и с. Поречье и к северу от г. Макаров (селепропуски, дамбы, ловушки-накопители); на нескольких участках железной дороги г. Южно-Сахалинск – пгт. Ноглики в Макаровском районе (селепропуски). На нескольких участках трассы нефтегазопроводов проекта "Сахалин-2" в районе хр. Жданко, а также на реках Пулька и Солянка построены селепропуски, выполненные из габионов, которые, однако, не справляются со своей задачей [Генсиоровский, Казаков, 2009].

Далее рассмотрим более подробно противоселевые мероприятия, проведенные на участке автодороги г. Южно-Сахалинск – г. Оха между с. Заозерное и с. Поречье по проекту лаборатории лавинных и селевых процессов Сахалинского филиала ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН и АНО НИЦ «Геодинамика».

Защита от селей автомобильной дороги Южно-Сахалинск – Оха

В качестве одного из примеров мероприятий противоселевой защиты, разработанных Сахалинским филиалом ДВГИ ДВО РАН и АНО НИЦ «Геодинамика», можно привести участок автодороги регионального значения г. Южно-Сахалинск – г. Оха, расположенный между с. Заозерное и г. Макаров. Для участка автодороги протяженностью 7,5 км (189-197 км) представляют опасность сели из 17 селевых бассейнов, а ширина селеопасной зоны составляет 30% протяженности этого участка (рис. 2). Дорога была проложена непосредственно у подножия уступа морской террасы в месте выхода селевых потоков за пределы замыкающего створа.

На этом участке неоднократно происходило повреждение или разрушение дорожного полотна селевыми потоками. Наибольшие ущербы здесь связаны с периодами массового формирования селей. Активное массовое формирование селей на участке отмечалось в 1954, 1964, 1970, 1978, 1981, 1992, 1993, 2002 гг. Например, в результате массового селеобразования в августе 1981 г. при прохождении тайфунов "Оджин" и "Филлис" на исследуемом участке селевые потоки сформировались во всех селевых бассейнах. В сентябре 1992 г. массовое селеобразование на участке вновь привело к многочисленным разрушениям полотна автомобильной и железной дорог, мостов и повреждениям, и разрушениям линий связи. Автомобильное и железнодорожное сообщение между центральной и южной частью острова было прервано на две недели. Необходимо отметить, что на исследуемом участке автомобильной дороги косвенный экономический ущерб от селевых процессов, вызванный прекращением транспортного сообщения и необходимостью расчистки дороги от селевых отложений, во много раз превышает стоимость прямого ущерба от повреждения и разрушения дорожного полотна селевыми потоками.

В рассматриваемых селевых бассейнах формируются грязевые и грязекаменные сели, а также водоснежные потоки. Объем единовременных выносов в этих бассейнах по нашим оценкам колеблется от 1 до 50 тыс. м³.

Для защиты дорожного полотна от селевых потоков на большинстве участков нами рекомендовалось возвести мостовые переходы - селепропуски с устройством селепропускных лотков под дорожным полотном. На большинстве селеопасных участков проектируемая автомобильная дорога должна была быть частично защищена от селевых потоков полотном существовавшей автомобильной дороги и железнодорожной насыпью. В то же время, на тех участках железной дороги, где водопропускные устройства представляли собой не мостовые сооружения, а бетонные и др. трубы, их закупорка селевым потоком приводила к изменению направления и характера его движения и размыву автодорожного полотна в стороне от автодорожного

моста. По этой причине противоселевые мероприятия по защите автодорожного полотна целесообразно было бы провести в комплексе с противоселевой защитой железнодорожного полотна, устраивая искусственное селевое русло под обоими сооружениями: от подножия морской террасы до береговой линии.



Рис. 2. Схема селевых бассейнов на участке 189-197 км автодороги Южно-Сахалинск - Оха (старое расположение автодороги).

Однако, в связи с возникшими в процессе согласования такого решения сложностями управление автомобильных дорог вынуждено было решать проблему противоселевой защиты самостоятельно. В результате было предложено выполнить отсыпку участка береговой полосы зал. Терпения и вынести на нее автомобильную дорогу (рис. 3) за пределы воздействия селевых потоков. Площадь отсыпки составляет около 8 гектаров. Дорога была открыта в сентябре 2010 г.

В качестве примера результативности предложенного решения можно привести селевой поток, сформировавшийся в бассейне р. Жаровка (см. рис. 2) в июне 2009 г. во время строительства нового варианта автодороги. Старый вариант автодороги был завален селевыми отложениями (рис. 4а), на новом, расположенном дальше от

замыкающего створа селевого бассейна, мостовой переход успешно выполнил роль селепропускного устройства (рис. 4б).



Рис. 3. Один из селевых бассейнов на участке 189-197 км автодороги Южно-Сахалинск - Оха. Желтым показано старое расположение автодороги, красным – новое, зеленым – положение железной дороги. Фото Музыченко А.А.



Рис. 4. Отложения селевого потока в бассейне р. Жаровка: а) старый вариант автодороги после расчистки; б) мост, выполняющий роль селепропускного устройства, на новом варианте автодороги. Фото авторов.

Заключение

Такое незначительное количество участков, на которых построены сооружения инженерной противоселевой защиты на о. Сахалин обусловлено, по мнению авторов, невниманием к проблеме селевой опасности территории о. Сахалин со стороны властей, а также высокой стоимостью инженерной защиты.

Список литературы

- Генсиоровский Ю.В., Казаков Н.А. (2009). Воздействие экзогенных геодинамических и русловых процессов на сооружения инженерной защиты нефтегазопроводов проекта «Сахалин-2» летом 2009 года. Геориск, 4: 38-45.
- Казаков Н.А., Генсиоровский Ю.В. (2008). Грязекаменные сели катастрофических объёмов в низкоромье острова Сахалин. Труды Международной конференции «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита», Пятигорск, Изд. Института «Севкавгипроводхоз», 45-48.
- Рыбальченко С.В. (2013). Селевая опасность для населенных пунктов Сахалинской области. Геориск, 3: 40-44.