



Распространение селевых процессов на территории Хабаровского края

А.А. Музыченко, Ю.В. Генсировский, Л.Е. Музыченко

*Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН,
Южно-Сахалинск, Россия, nestra1@yandex.ru*

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы распространения селевых потоков на территории Хабаровского края. Дана информация по распространению селевых потоков в хребтах Сунтар-Хаята, Джукджур, Баджальский, Буреинский и др. Приводятся некоторые характеристики селевых потоков.

Ключевые слова: *Хабаровский край, сели, селевой расход, селевые отложения*

Ссылка для цитирования: Музыченко А.А., Генсировский Ю.В., Музыченко Л.Е. Распространение селевых процессов на территории Хабаровского края. В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 6-й Международной конференции (Душанбе–Хорог, Таджикистан). Том 1. – Отв. ред. С.С. Черноморец, К.С. Висхаджиева. – Душанбе: ООО «Промоушн», 2020, с. 491–498.

Debris flow distribution within Khabarovsk Krai territory

A.A. Muzychenko, Yu.V. Gensirovskiy, L.E. Muzychenko

*Sakhalin Department of the Far East Geological Institute, Far Eastern Branch, Russian
Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, nestra1@yandex.ru*

Abstract. This paper reviews debris flows distribution within Khabarovsk Krai territory. The data on debris flows distribution within Suntar-Khayata, Jukjur, Bajalskiy, Bureinskiy ridges etc. are presented here and also some debris flows parameters.

Key words: *debris flow, permafrost soils, alluvial deposits, debris flow deposits, precipitation, Khabarovsk Krai*

Cite this article: Muzychenko A.A., Gensirovskiy Yu.V., Muzychenko L.E. Debris flow distribution within Khabarovsk Krai territory. In: Chernomorets S.S., Viskhadzhieva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 6th International Conference (Dushanbe–Khorog, Tajikistan). Volume 1. Dushanbe: “Promotion” LLC, 2020, p. 491–498.

Введение

В последние годы, в связи с активизацией работ по разработке месторождений полезных ископаемых в горных районах Хабаровского края, остро встает вопрос недостаточной изученности селевых процессов на территории.

В специальной литературе имеется небольшой объем информации, содержащий сведения о распространении селевых процессов на территории Хабаровского края [Флейшман, 1978; Перов, 2012]. Это обусловлено слабой освоенностью горных территорий края.

Существующие специализированные карты, имеют большую генерализацию и не могут с достаточной степенью, характеризовать селевую опасность столь обширной территории [<https://национальныйатлас.рф>].

В целом, большая часть сведений относится к 60–80 гг. XX в. Результаты исследований были сведены в ряд карт, изданных различными организациями и

ведомствами. К таким мелкомасштабным картам относятся: «Районирование территории СССР по интенсивности проявления селей», «Карта селеопасных районов СССР» и т.д.

Полевые описания селевых потоков и их характеристик, крайне редки, как в архивных материалах, так и в специальной литературе.

Интенсивные работы по изучению селей на территории Хабаровского края, проводились во время строительства БАМ в 1974–85 гг. [Вардугин и др., 1978; Виноградов, 1980; Лехатинов, 1978, 2004]. Однако, эти работы охватывали только примыкающие к зоне БАМ хребты.

В данной работе рассмотрены вопросы формирования селей на территории Хабаровского края.



Рис. 1. Карта-схема территории Хабаровского края. Красным отмечены районы селеформирования

Fig. 1. The Khabarovsk Krai territory schematic map. Mudflow formation areas are marked in red

Рельеф

Горный рельеф занимает 80% территории края. Преобладает в основном низко- и среднегорный рельеф со средними высотами до 800 - 1500 м над уровнем моря. Абсолютные высоты наиболее высоких вершин редко превышают 2500 м. Горные хребты простираются в основном в северо-западном направлении. Так, вдоль побережья Японского и Охотского моря протянулась горная система Сихотэ-Алинь, средняя абсолютная высота которой достигает 800 м, максимальная – 2078. К северо-западу почти параллельно ему расположены хребты Баджальский (с высотами 1500 и 2157 м), Буреинский, Дуссе-Алинь, Ям-Алинь и несколько более мелких. На севере края северо-западное направление имеют хребты Прибрежный, Джугджур, протянувшиеся по побережью Охотского моря. Длина Джугджура составляет около 700 км. Абс. высота вершин 1000-1800 м, макс. высота 1906 м. над уровнем моря. На самом севере края расположен хребет Сунтар-Хаята с наивысшей в крае вершиной г. Берилл (2933 м).

Климат

Хабаровский край – преимущественно горная страна, рельеф здесь выполняет важную климатообразующую роль.

Климат территории в значительной мере формируется под влиянием муссонных процессов. Муссонный характер климата хорошо выражен в сезонном ходе выпадающих осадков. Обычно в тёплое время года выпадает около 90% годовой нормы. Максимум осадков наблюдается в июле-августе. Суточные максимумы осадков могут превышать 200 мм. Годовая сумма осадков колеблется от 400—600 мм на севере и до 600—800 мм на равнинах и восточных склонах хребтов. Наибольшее количество осадков выпадает в районе хребта Сихотэ-Алинь. (Солекуль, 960 мм) [*Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1992; Петров и др., 2000*]. В горах наблюдается избыточное атмосферное увлажнение; в долинах весной и первую половину лета наблюдается умеренное увлажнение.

Север Хабаровского края представлен хребтами системы Сунтар-Хаята. В рельефе ярко выражено альпийнотипное высокогорье с абсолютными отметками вершин 2000–2900 м и превышением водоразделов над днищами речных долин до 800–1300 м. Борты долин крутые, часто обрывистые. Присутствуют склоны гравитационного срыва крутизной более 40°; склоны делювиально-осыпного сноса средней крутизны (около 30°); пологие склоны делювиального сноса и делювиально-солифлюкционного накопления.

Здесь распространены морозные полускальные терригенные (алевролиты, аргиллиты, песчаники) верхнепалеозойского и раннемезозойского возраста и полускальные вулканогенные и вулканогенно-осадочные грунты [*Спектор и др., 2015*]. Также характеризуется наличием большого количества четвертичного гляцио-флювиального и моренного материала, интенсивными процессами морозного выветривания пород, образованием осыпей. Наличие многолетнемерзлых пород, создающих водоупорные горизонты на склонах и увеличивающих скорость стока со склонов, приводит к формированию потенциальных селевых массивов (ПСМ), находящихся в состоянии неустойчивого равновесия. Мощность деятельного слоя, лежащего на многолетнемерзлых породах, составляет 1,5-3 м.

Многолетняя мерзлота обуславливает широкое развитие солифлюкционных процессов на склонах долин. Мощность ММП колеблется от 100 до 500 м. При таких условиях в селевой процесс идет вовлечение пролювиально-делювиальных отложений до глубины 1,5-4,0 м, т.о. оказывая влияние на объемы селевых потоков. Однако, в районе хребта Сунтар-Хаята, в руслах крупных рек и их притоков, имеется значительный накопленный объем аллювиально-делювиальных отложений. Часто под руслами таких водотоков имеются талики, поэтому в селевой процесс вовлекается гораздо больший объем материала и это влияет на объемы и характеристики селевых потоков.

Преобладающие генетические типы селей: дождевого и смешанного снегодождевого обводнения. При резком снеготаянии возможно формирование водоснежных потоков.

Максимальные расходы селей для небольших водотоков в среднем составляют 400-900 м³/с, единовременным выносом материала 100 000–150 000 м³. В крупных селевых бассейнах возможно формирование селей с объемами, превышающими 1 000 000 м³.

Хребет Джугджур характеризуется среднегорным рельефом с абс. отметками вершин 1400 – 1900 м. Рельеф - резко расчлененный с крутыми (35-40°) склонами. С точки зрения условий, благоприятных для развития селевых процессов, геологическое строение хребта характеризуется наличием большого количества обломочного флювиального материала, образованием осыпей образованного обвальным процессом и процессом выветривания горных пород. Переслаивание горных пород, создающих водоупорные горизонты на склонах и увеличивающих скорость стока со склонов, приводит к формированию потенциальных селевых массивов (ПСМ), находящихся в состоянии неустойчивого равновесия. Мощность деятельного слоя составляет около 1 м.

В период таяния снегов, после обильных летних и особенно осенних дождей, уровень в реках повышается на 1.5–2.0 м что способствует формированию селевых и водоснежных потоков.

В долинах накоплено значительное количество осыпного материала, при резком снеготаянии и выпадении интенсивных дождей возможно формирование селевых и водоснежных потоков. Такой резкий подъем уровней воды при высоких скоростях потока приводит к почти мгновенному переходу потенциальных селевых массивов в состояние селевого потока. При этом в сели активно вовлекаются породы из размываемых старых селевых отложений, а также твердая составляющая курумников и осыпей, скопившихся в нижней части долины.

В верховьях хр. Джугджур распространены таликовые зоны, в которых формируются ПСМ. Выклинивание талых вод способствует уменьшению величины трения и уменьшению угла естественного откоса рыхлообломочного материала.

Повсеместно по речным долинам, прослеживаются селевые валы и селевые русла разного возраста. Селевые отложения представлены глыбами и валунами с включением гравия и гальки, с супесчаным заполнителем.

Ширина селевых отложений изменяется от 10–15 м в верховьях впадающих ручьев, до 150 и более метров в долинах рек и на участках впадения крупных притоков (с учетом ширины русла).

Селеопасный период длится с мая по сентябрь. Средняя повторяемость склоновых селей и селей небольшого объема – 1 раз в 1–3 года. Средняя повторяемость селей большого объема и массового селеформирования – 1 раз в 30–50 лет.

Преобладающие генетические типы селей: смешанного снегодождевого обводнения. При резком снеготаянии возможно формирование водоснежных потоков.

Формируются связные, несвязные селевые потоки (грязекаменные, наносоводные), а также водоснежные потоки.

Хребты Эзоп, Дуссе-Алинь, Ям-Алинь. Хребет Эзоп одна из самых селеактивных систем Дальнего Востока [Вардугин и др, 1978]. Повсеместно распространены скальные очаги и рытвины. Однако наибольшее количество селевых очагов встречается в восточной части хребта, где в единый узел сходятся хребты Дуссе-Алинь, Ям-Алинь и Эзоп. Основная часть селевых очагов расположена на отметках 1900-2100 м, при этом часто скальные очаги в нижней части переходят в селевые рытвины. Значительная часть селевых очагов и русел четко выражена в рельефе, а на конусах выноса имеются не задернованные селевые отложения. Самые крупные селевые рытвины приурочены к зонам тектонических разломов [Перов, 2012].

Омальский хребет является частью Сихотэ-Алинской складчатой системы. Рельеф участка низкогорный, сильно расчлененный, с преобладающими абсолютными

отметками 400–600 м. Наибольшей расчленённостью отличается осевая часть Омальского хребта, его высота достигает 700–800 м при глубине эрозионного расчленения 300–400 м. Водораздельные гребни узкие, сглаженные. Крутизна склонов достигает 20–30°. Потенциальными селевыми массивами (ПСМ) являются делювиально-пролювиальные отложения. Потенциальные селевые массивы (ПСМ) в исследуемом районе следует относить к двум типам [Руководство по изучению селевых потоков, 1976]: ПСМ накопления и ПСМ обводнения. ПСМ обводнения распространен в верхней части селевых бассейнов и на участках развития склоновых селей, тип селевого процесса – сдвиговый. ПСМ накопления зона сноса в русло водотоков мелких склоновых селей, обвалов, осыпей и т.д. в днища долин водотоков. Тип селевого процесса – эрозионно-сдвиговый и эрозионно-транспортный. Характеристики пород ПСМ и условия их залегания способствуют их вовлечению в селевые процессы при обводнении в периоды выпадения сильных дождей.

На территории Омальского хребта формирование селей возможно при длительном увлажнении пород потенциальных селевых массивов (ПСМ) и выпадением интенсивных жидких осадков. В данный период возможно формирование наиболее крупных связанных грязекаменных селевых потоков. Поступление влаги от дождя является триггером, запускающим процесс формирования селей.

При определенных условиях, возможно формирование селевых потоков, преимущественно наносоводных, объемы которых могут составлять 5000–10 000 м³.

В основном в районе формируются сели: грязекаменные, наносоводные (водокаменные). Селеопасный период длится с июня по сентябрь. Средняя повторяемость селей – 1 раз в 5–10 лет. На территории исследования выделяется 1 генетический тип селей: дождевого обводнения. Формируются связанные и несвязные селевые потоки, грязекаменные и наносоводные (водокаменные).

Баджальский и Буреинский хребты. Часть дальневосточной горной страны с преобладающим среднегорным сильно расчлененным рельефом с перепадом относительных высот до 1000 м. Горы расчленены каньонообразными и V-образными долинами рек и ручьев. На большей части водосборной площади селевых бассейнов преобладает альпинотипный рельеф, крутизна склонов в среднем составляет 35–50°, а местами достигает 60°. Наличие многолетнемерзлых пород (ММП), создающих водоупорные горизонты на склонах и увеличивающих скорость стока со склонов, приводит к формированию потенциальных селевых массивов (ПСМ) большого объема, находящихся в состоянии неустойчивого равновесия.

В верхних частях склонов и на водоразделах преобладают гольцово-тундровые условия, это способствует активному развитию процессов выветривания, особенно эффузивной и эффузивно-осадочной толщ, в элювиально делювиальных отложениях которых и развиваются селевые очаги [Лехатинов, 1978].

В древних ледниковых цирках современные и верхнечетвертичные морены прорезаются селевыми врезами, а в днищах небольших ручьев расположены селевые рытвины и мелкие скальные очаги.

Особенностью селевого процесса в районе, является, большая доля валунно-глыбового материала и малая доля селевой суспензии в селевом потоке, что характеризует сели района как преимущественно водокаменные (рис. 2). Величина вертикальных деформаций дна за явление может достигать 3,0 м.

В отложениях селевых потоков наблюдается большой объем древесного материала (карчи), что является характерной особенностью селевых потоков зоны тайги на участках развития ММП. Наличие большой доли карчей увеличивает эродирующую способность потока.

При сильных паводках, характеризующихся быстрым подъемом уровня стояния вод и резким увеличением расхода воды, происходит почти мгновенный переход потенциальных селевых массивов в состояние селевого потока. При этом в сели активно вовлекаются породы из размываемых старых селевых отложений, а также твердая составляющая курумников и осыпей с бортов долины.



Рис. 2. Селевые отложения. А) руч. Дождливый, Б) руч. Забытый. Фото Ю.В. Генсировского

Fig. 2. Mudflow deposits. А) Dozhdliviy stream, Б) Zabytiy stream. Photo by Yu.V. Gensirovskiy

По всем водотокам прослеживаются разновозрастные селевые валы и селевые русла. Высота селевых валов варьируется от 1 до 4 метров. Селевые отложения представлены глыбами и валунами с включением древесных стволов.

Длина селевых очагов и русел достигает 5-6 км и более, в бассейне р. Левый Ям-Макит (Буреинский хребет) четкие следы селевой деятельности прослеживаются на расстоянии около 20 км по основной долине [Вардугин и др., 1978]. Большинство селевых очагов приурочено к абс. Отметкам 1900–2100 м.

Следы прохождения селевых потоков отмечены, как в долинах крупных рек, так и по долинам притоков.

Ширина селевых отложений колеблется в пределах от 10–15 м в верховьях бассейна до 150 и более метров в приустьевой части реки (с учетом ширины русла).

Рельеф и гидрометеорологический режим территории, в сочетании с её геологическим строением, создают условия для формирования селевых потоков с объемом единовременных выносов, превышающих 1 000 000 м³.

Селеопасный период длится с июня по сентябрь. Средняя повторяемость селей в бассейне реки – 1 раз в 5–10 лет.

Преобладающие генетические типы селей: дождевого обводнения. Возможно формирование селей при резком снеготаянии. Формируются, в основном, несвязные селевые потоки (водокаменные). В верховьях бассейна вероятно формирование водоснежных потоков.

Хребет Тыльский. В источнике [Вардугин и др., 1978] отмечается что хребет Тыльский является наиболее селеактивной горной системой Дальнего Востока. Селевые рытвины, врезы, скальные очаги распространены практически повсеместно. Русла основных селевых бассейнов заложены по тектоническим разломам, а селевые очаги приурочены к трещинам, оперяющим тектонические разломы, что объясняется более благоприятными условиями формирования и накопления рыхлообломочного материала в этих зонах вследствие большой степени раздробленности и трещиноватости коренных пород.

Перов [Перов, 2012] также приводит сведения о селепроявлениях в бассейне р. Тыль. Большинство селей формируется в мелких водосборах площадью 2–4 км², с временным водотоком, меньшая часть – в долинах площадью 10–20 км², с постоянным водотоком. По дендрохронологическим данным повторяемость селей в мелких водосборах составляет один раз в 2–4 года, в крупных – каждые 10–12 лет. Селевые потоки вызываются ливнями. По составу селевые потоки относятся к водокаменным.

Сихоте-Алинь характеризуется низкой селевой активностью. Преобладающие абсолютные высоты лежат в диапазоне 1000–2000 м, относительные – 500–1000 м. Селевые процессы распространены в основном в приводораздельных частях склонов.

Большая часть площади гор характеризуется потенциальной селевой опасностью. Повторяемость по единичным дендрохронологическим данным в бассейне р. Кема составляет один раз в 9 лет [Перов, 2012].

Заключение

Селевые объекты являются неотъемлемой частью рельефа горных систем Хабаровского края. На рассмотренной в данной работе территории, отмечено широкое распространение селевых потоков. Это обусловлено следующими факторами.

Тектоника – селевые бассейны в большинстве случаев привязаны к зонам тектонических разломов, которые обеспечивают благоприятные условия твердого питания селей.

Осадки - в теплое время года выпадает до 90 % годовой суммы осадков.

Наличие многолетнемерзлых пород. Характерной особенностью, для большей части территории горных районов Хабаровского края является наличие, многолетнемерзлых пород. ММП играют заметную роль в селеформировании. С одной стороны, они создают водоупорные горизонты на склонах, по которым при снеготаянии и дождях, происходит интенсивный сток внутри ПСМ и обводнение грунтов, приводя их в переувлажненное состояние. Что в конечном итоге активизирует сели. А с другой стороны, ограничивают вовлечение грунтов ПСМ в селевой процесс, в основном, сезонно-талым слоем. Мощность СТС зависит от многих факторов и колеблется на рассматриваемой территории от 1,0-3,5 м.

Формирование селевых потоков в горной части Хабаровского края, зависимости от климатических особенностей, геологического и геоморфологического строения территории, можно разделить на два периода:

Раннелетний, формирование селей связано с началом интенсивного снеготаяния. В этот период можно говорить о том, что формируются маломощные, преимущественно, несвязные селевые потоки. Это обусловлено тем, что в районах с наличием ММП, сезонно-талый слой находится в замерзшем состоянии, и селями выносятся преимущественно перемещенный за зиму лавинами и осыпями в русло водотоков материал. В районах, где ММП отсутствуют, в этот период времени, деятельный слой, так же находится в мерзлом состоянии. Поэтому ширина захвата таких селей не велика, так как составляет первые метры. Глубина выпавания не превышает 0,3–1,0 м.

Позднелетний-раннеосенний, формирование селей связано с выпадением интенсивных жидких осадков. В этот период в районах распространения ММП наблюдается максимальное оттаивание СТС. И соответственно вовлечение в селевой процесс максимального объема грунтов ПСМ. В районах, где отсутствует ММП, поверхностный слой полностью оттаивает и ограничение объема селевых потоков ограничивается только глубиной залегания пород коренной основы, не вовлеченных в селевой процесс. В данный период возможно формирование наиболее крупных связанных грязекаменных селевых потоков. Ширина захвата, в зависимости от ширины долины, колеблется в пределах 20-200 м. Мощность отложений может составлять 3,5–6,0 м. Расходы таких селевых потоков будут колебаться в пределах 500–2000 м³/с. Формирование такого типа селей – раз в 30–50 лет.

Список литературы

- Вардугин, В.Н., Керемкулов В.А. Селевые явления в районе трассы БАМ. Селевые потоки. Сборник № 3. – М.: Гидрометиздат. 1978. С. 52–61
- Виноградов Ю. Б. Селевые явления на территории северной части Хабаровского края. Селевые потоки, сб. 4. М., Гидрометеиздат. 1980. С. 82–90.
- Лехатинов А.М. Экзогенные геологические процессы и их прогноз: Зона Бам и сопредельные территории: дисс. доктора геолого-минералогических наук. М.-Ирк, 2004.

- Лехатинов А.М. Оценка селеопасности дальневосточной зоны БАМ и основные очаги формирования селей. Тезисы докладов XV всесоюзной научно-технической конференции по противоселевым мероприятиям в г. Ташкент. Вып. № 1, 1978. С. 64-69.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Выпуск 25. Хабаровский край и Амурская область. 1992, 558 с
- Перов В.Ф. Селеведение. М., МГУ, 2012. 271 с.
- Петров Е.С., Новороцкий П.В., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Влад. - Хабар. Дальнаука. 2000. 172 с.
- Руководство по изучению селевых потоков. Л.: Гидрометеиздат, 1976 - 142 с.
- Спектор В.Б., Шестаков А.А., Торговкин Я.И., Спектор В.В. Обобщение данных о криолитозоне на инженерно-геологической карте Республики Саха (Якутия) м 1:1 500 000 // Научный вестник. 2015 №2(4) с. 59-73
- Флейшман С.М. Сели. 2-е изд. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 312 с.
<https://национальныйатлас.рф>.