

УДК 551.4.042

С.В. РЫБАЛЬЧЕНКО

Селевые процессы на склонах морских террас южного Сахалина

На основе материалов исследований прошлых лет, проведенных сотрудниками лаборатории лавинных и селевых процессов ДВГИ ДВО РАН, а также материалов полевых наблюдений автора 2007–2012 гг. выделены населенные пункты и участки автомобильных и железных дорог, подверженные воздействию селевых процессов со склонов морских террас южного Сахалина, дается характеристика селевых процессов.

Ключевые слова: селевой поток, селевая опасность, селевой процесс.

Mudflow processes on slopes of the marine terraces of South Sakhalin. S.V. RYBALCHENKO (Sakhalin Branch of Far East Geological Institute, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk).

On the basis of materials of researches of the past years, conducted by the staff of the Laboratory of avalanche and mudflow processes of FEB RAS, as well as materials of own field observations, carried out in the period 2007–2012 were isolated towns and areas of roads and railways, exposed to mud flow processes from the slopes of the marine terraces of southern Sakhalin, characteristic of debris flow processes is given.

Key words: mudflow, mudflow hazard, mudflow process.

На Сахалине значительная часть населенных пунктов и объектов транспортной инфраструктуры расположена в прибрежной зоне, у подножий крутых склонов древних абразионных уступов побережий Татарского пролива и зал. Терпения. Плотной застройке жилыми и промышленными объектами подвергаются морские террасы нескольких уровней и речные долины. Кроме того, строительство дорог, линий связи и ЛЭП удобнее всего вести вдоль берега на низких морских террасах. В то же время на этих участках наиболее активны селевые процессы. Поэтому исследование селевых потоков террасового природного селевого комплекса имеет большое практическое значение.

Селевые потоки террасового класса формируются на склонах морских аккумулятивно-денудационных и аккумулятивных террас и абразионных уступов, а также в бассейнах водотоков, прорезающих террасы [5]. Объемы селей с морских террас в среднем не превышают 10 тыс. м³, однако эти сели причиняют значительный ущерб, повреждая и разрушая автомобильные и железные дороги, опоры и пролетные строения мостов, хозяйственные постройки, городские коммуникации, линии связи и электропередач. Сели заваливают полотно дорог селевыми выносами, прерывая движение поездов и транспортных средств, забивают отверстия мостов и труб. Имеются случаи гибели людей.

Наряду с прямыми материальными и людскими потерями значительный экономический урон приносят простои транспорта на дорогах вследствие завалов селевых отложений [5]. Так, в сентябре 1992 г. массовое селеобразование в Макаровском районе привело к многочисленным разрушениям полотна автомобильной и железной дорог, мостов. В результате автомобильное и железнодорожное сообщение между центральной и южной частями острова было прервано на две недели [6]. В 2002 г. в период прохождения тайфуна «Руса» 1–2 сентября в результате селевых разрушений и повреждений движение на автодороге Холмск–Невельск было прервано на двое суток, на автодороге

РЫБАЛЬЧЕНКО Светлана Владимировна – младший научный сотрудник (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Сахалинский филиал, Южно-Сахалинск). E-mail: rybalchenko_sv@mail.ru

Невельск–Шебунино – на четверо суток. Порой косвенный экономический ущерб от селевых процессов (прекращение движения вследствие разрушения транспортных магистралей) во много раз превышает стоимость прямого ущерба от повреждения и разрушения дорожного полотна селевыми потоками [5]. В целом учет косвенного ущерба, к сожалению, не ведется, и оценить его реальные масштабы не представляется возможным.

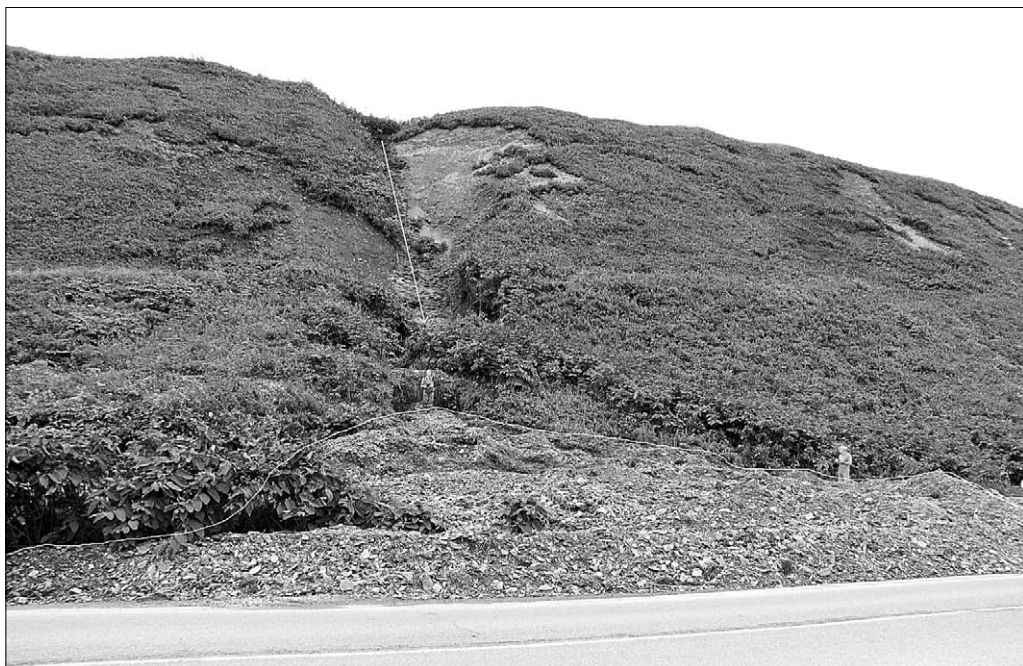
Наибольший ущерб сели причиняют в периоды массового селеформирования, как правило вызываемого сильными осадками (более 50 мм/сут) при выходе на территорию области глубоких циклонов и тайфунов. Периоды массового селеобразования отмечаются каждые 3–5 лет продолжительностью от 1 до 3–5 сут, во время которых селевые потоки формируются в большинстве селевых бассейнов [3].

Наиболее крупные тайфуны, сопровождавшиеся значительными селями: «Мария» (сентябрь 1954), «Джорджия» (18–19 сентября 1970), «Оджин» и «Филлис» (1–7 августа 1981), «Сэт» (сентябрь 1993), «Робин» (11–15 августа 1993), «Чатаан» (14–15 июля 2002), «Руса» (1–2 сентября 2002), «Хигос» (2–3 октября 2002), а также тайфуны 2009, 2010 гг. [2, 3, 5, 10]. Например, во время прохождения тайфуна «Филлис» 5–6 августа 1981 г. только в населенных зонах южной части Сахалина (Невельский, Макаровский, Анивский, Холмский, Чеховский, Корсаковский районы) было зарегистрировано более 500 селевых потоков [5].

Последний период массового селеформирования на юго-восточном побережье о-ва Сахалин был отмечен в 2009 г. Наиболее интенсивно селевые процессы развивались на территории Макаровского района, зарегистрировано четыре периода массовой их активизации (22–24 июня, 8–9 июля, 15–17 июля и 20–24 августа) и более 50 случаев схода селей. Сошедшие в этот период сели вызвали многочисленные повреждения автомобильной и железной дорог на участке Восточное–Туманово и остановку транспортного сообщения между южными и центральными районами острова на 2–3 сут [1, 2].



Дом на ул. Набережная в г. Макаров, заваленный грязевым селем. Юго-восточное побережье о-ва Сахалин. Июнь 2009 г. Фото Ю.В. Генсиоровского



Отложения грязекаменного селя на автомобильной и железной дорогах на участке г. Холмск – г. Невельск, юго-западное побережье о-ва Сахалин. Июль 2010 г. *Фото С.В. Рыбальченко*

На юго-западном побережье острова последние периоды массовой активизации селевых процессов были зарегистрированы 28–30 июля и 10–12 августа 2010 г. Наиболее интенсивно они развивались на территории Невельского и Холмского районов, здесь зафиксировано 77 случаев проявления селей. Отмечались завалы и повреждения дорожного полотна автомобильной дороги Шебунино–Чехов, железной дороги Холмск–Невельск, повреждения и разрушения дачных домов и хозяйственных построек, нарушение водоснабжения ряда населенных пунктов области. В Невельском районе селевыми потоками было замыто водохранилище, используемое для технических целей. В г. Холмск в действующем водохранилище было обнаружено многократное превышение содержания взвешенных веществ, в результате чего значительная часть города в течение нескольких суток оставалась без питьевой воды. Суммарная длина завалов автомобильных дорог, городских улиц и придомовых территорий по Невельскому району превысила 1 км, по Холмскому – 3 км [10].

Поскольку на Сахалине значительная часть населенных пунктов и объектов транспортной инфраструктуры расположена в зоне разгрузки селевых потоков, главной задачей в работе было исследование селевых процессов на этих территориях, выявление населенных пунктов и участков автомобильных и железных дорог, подверженных воздействию селей со склонов морских террас, расчет характеристик селевых процессов.

На основе материалов прошлых лет, проводившихся лабораторией лавинных и селевых процессов СФ ДВГИ ДВО РАН и АНО НИЦ «Геодинамика» в 1998–2012 гг., а также материалов из архивов других организаций (Сахалинского УГМС, Сахалинской геолого-разведочной экспедиции, Сахалинского отделения МАНПО) были установлены закономерности развития селевых процессов в районе исследования, изучены геологические, геоморфологические, инженерно-геологические и гидрометеорологические факторы возникновения селей, их транзита и накопления. Проанализированы ряды повторяемости проявлений селевых процессов со склонов морских террас, сведения о факторах, предшествующих их активизации.

Для уточнения данных о характере рельефа, закономерностях распространения очагов зарождения селей различных генетических типов, основных стратиграфо-генетических и литологических типов пород, подверженных выветриванию, эрозии, оползнеобразованию и другим склоновым процессам и поставляющих основную массу твердого материала в селевые потоки, условиях залегания пород, а также для учета хозяйственных и жилых объектов, расположенных в селеопасных зонах, были проведены полевые исследования и обобщены опубликованные сведения.

Высокая степень интенсивности проявления селевых процессов на склонах морских террас обусловлена сочетанием следующих факторов селеобразования.

Геоморфологические факторы (морфометрические характеристики селевых очагов и селевых бассейнов) определяют такие динамические параметры, как скорость, расход селевого потока, гидростатическое и гидродинамическое давление селевого потока на препятствие. Среди этих факторов важное значение имеют расчлененность рельефа, крутизна склонов водосборов селевых бассейнов и селевых русел.

Абсолютные высоты морских террас – 0–200 м, глубина расчленения рельефа – 20–200 м, что в сочетании с большими уклонами (35–45°), большим количеством осадков и особенностями геологического строения территории создает благоприятные условия для активного развития селевых процессов.

Геологические факторы определяют частоту прохождения селевых потоков, их генезис и динамические свойства, объемы выносов селевой массы и структурно-реологический тип – те основные характеристики, которые необходимы для научно обоснованного проектирования противоселевых сооружений.

Одним из условий формирования селевого потока является наличие на склоне большого количества рыхлообломочного материала, составляющего потенциальный селевой массив (ПСМ). Главным фактором, определяющим процесс образования ПСМ, является литологический состав и состояние горных пород, слагающих верхние слои коры выветривания. Четвертичные отложения селевых бассейнов представлены в основном малопрочными скальными и полускальными глинистыми породами (аргиллитами, алевролитами), интенсивно выветрелыми с поверхности до состояния суглинков, глин, дресвы и щебня. По составу преобладают алевролиты, аргиллиты и песчаники, среди которых отмечаются прослои углистых сланцев. Низкая водопроницаемость, небольшое удельное сцепление, хорошая размокаемость и размываемость пород способствуют активному вовлечению их в селевые процессы [4, 8].

Основными поставщиками рыхлообломочного материала для селей являются осыпи и поверхностные оползни-оплывины.



Отложения грязекаменного селя на автомобильной и железной дорогах. Невельск, ул. Береговая, юго-западное побережье о-ва Сахалин. Июль 2010 г. *Фото С.В. Рыбальченко*

Гидрометеорологические факторы. Наиболее важными среди них являются режим, интенсивность, продолжительность осадков и режим температур, определяющие как условия вовлечения в селевой процесс горных пород, так и скорость выветривания последних, от чего зависит скорость формирования потенциальных селевых массивов накопления. Различными сочетаниями этих показателей определяются сроки селеопасного периода, повторяемость селей и селевая активность.

Селеобразующая сумма осадков в исследуемых районах составляет 50–70 мм при интенсивности осадков 30–50 мм/сут. Однако в случае предшествующего увлажнения пород ПСМ селевые процессы развиваются при выпадении 10–20 мм осадков в течение суток [3].

По результатам исследований было выделено 19 населенных пунктов, подверженных воздействию селей со склонов морских террас, из них 6 городских поселений и 13 сельских (см. таблицу и карту-схему). В данных населенных пунктах проживает более 120 тыс. чел., что составляет 23% населения Сахалинской области. Площадная пораженность территории селевыми процессами варьирует в населенных пунктах от 1 до 50% (с. Светляки, Невельский район). Общая площадь застройки в селеопасной зоне по населенным пунктам составляет 330 га.

Воздействию селевых процессов со склонов морских террас южного Сахалина подвержено также более 180 км железных и более 260 км автомобильных дорог. В частности, выделено 5 основных селеопасных участков:

автомобильной и железной дорог с. Шебунино – с. Новосибирское на протяжении 130 км вдоль юго-западного побережья Сахалина, с. Восточное – с. Туманово на протяжении 45 км вдоль юго-восточного побережья Сахалина;

автомобильной дороги с. Поречье – с. Бошняково на протяжении 65 км вдоль западного побережья Сахалина, с. Новиково – р. Горемыка на протяжении 12,5 км вдоль западного побережья Тонино-Анивского п-ова;

железной дороги с. Третья Падь – г. Корсаков на протяжении 12 км вдоль западного побережья Тонино-Анивского п-ова.

В зависимости от морфологии и гидрографии селевых бассейнов формируются склоновые и долинные (русловые) селевые потоки [7].

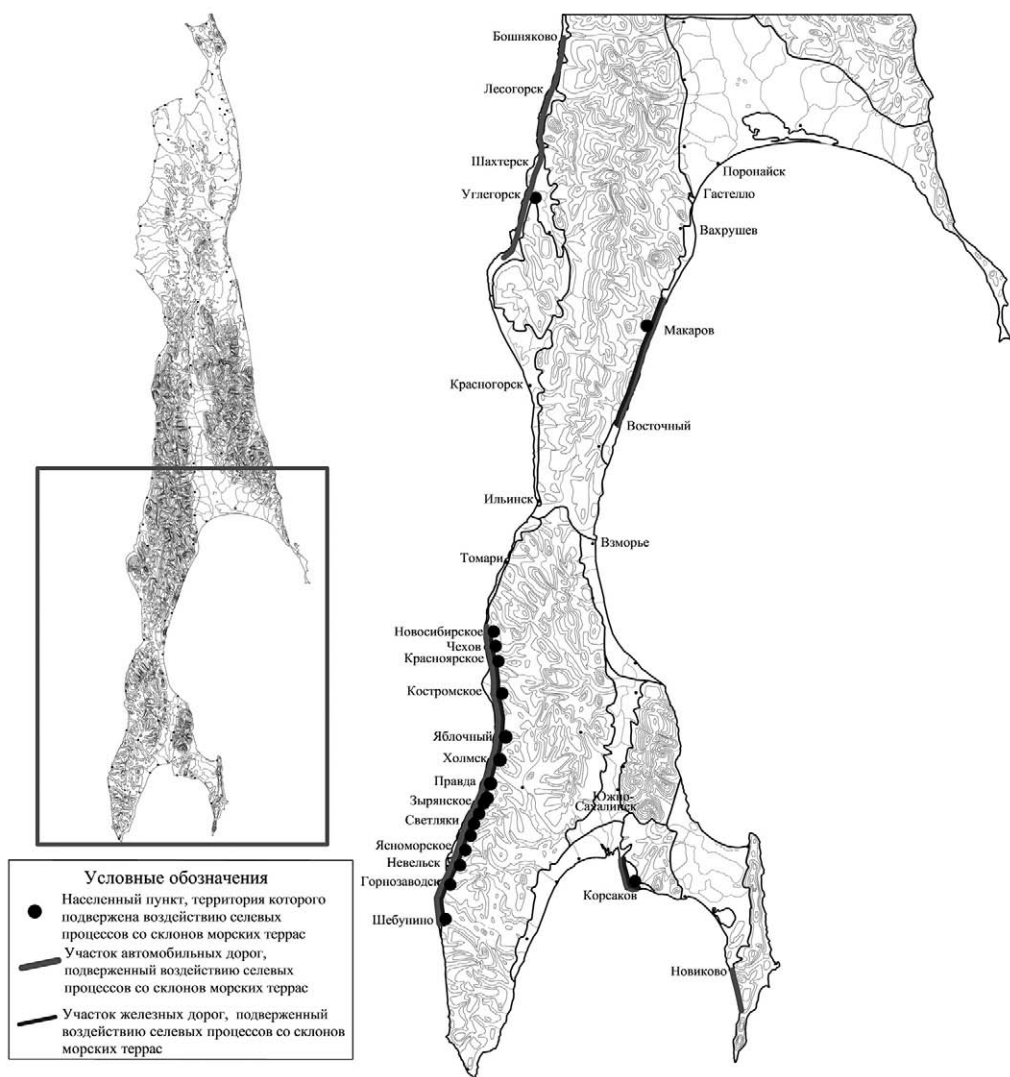
Населенные пункты южного Сахалина, территории которых подвержены воздействию селевых процессов со склонов морских террас

№ п/п	Муниципальное образование	Населенный пункт	Численность населения, чел.	Общее кол-во селевых бассейнов	Площадь застройки территории, га	Площадь застройки в селеопасной зоне, га	Площадная пораженность территории, %	Поражаемый объект
1	Углегорский муниципальный район	г. Углегорск	12 334	1	1500	0,1	0,01	Жилые дома по ул. Приморская; садово-огородные участки
2	Макаровский городской округ	г. Макаров	6 758	9	300	43,96	14,65	Автомобильная и железная дороги; линия связи; вся жилая застройка, производственные здания и сооружения, транспортные коммуникации вдоль ул. Набережная. Общая протяженность селеопасной зоны по ул. Набережная – 2,4 км. На северном выезде из города (ул. Северная, ул. Набережная и далее до границы города) протяженность селеопасной зоны – 3,0 км
3	Томаринский городской округ	г. Томари	4 843	1	290	0,31	0,11	Автомобильная дорога

№ п/п	Муниципальное образование	Населенный пункт	Численность населения, чел.	Общее кол-во селевых бассейнов	Площадь застройки территории, га	Площадь застройки в селеопасной зоне, га	Площадь пораженности территории, %	Поражаемый объект
4	Холмский городской округ	г. Холмск	32 277	17	650	65	10,00	Автомобильная и железная дороги, жилые дома и хоз. постройки по улицам Лесозаводская, Низовая (Волкова), Некрасова
5		с. Новосибирское	246	6	45,89	21	45,76	Автомобильная и железная дороги, жилой дом
6		с. Чехов	4 588		250	1,78	0,71	Автомобильная дорога, хоз. постройки
7		с. Байково	2		8,75	1,5	17,14	Автомобильная дорога, сооружения Байковского судоремзавода, АЗС
8		с. Красноярское	42	1	48,69	3,6	7,39	Автомобильная дорога, частные дома, хоз. постройки
9		с. Костромское	1 631	2	165	4,56	2,76	Железная дорога
10		с. Пионеры	648	2	67,3	5,57	8,28	Садово-огородные участки
11		с. Правда	2 432	11	132,2	39,36	29,77	Автомобильная и железная дороги, частные дома
12		с. Люблино	57	2	29,7	8,14	27,41	Автомобильная и железная дороги, частные дома, хоз. постройки
13		с. Зырянское	13	3	37,27	12,25	32,87	Автомобильная и железная дороги, жилой дом, садово-огородные участки
14		с. Калинино	75	3	25,5	6,7	26,27	Автомобильная и железная дороги, жилой дом, хоз. постройки
15		с. Яблочное	2241	18	333,8	42,7	12,79	Автомобильная и железная дороги, жилые дома и хоз. постройки по улицам Октябрьская, Школьная, Центральная
16	Невельский муниципальный район	г. Невельск	17 094	17	390	49,6	12,72	Автомобильная и железная дороги, жилые дома и хоз. постройки по улицам Железнодорожная, Школьная, Советская, Лесозаводская, Береговая, Речная, Зеленая, детский сад, спортивный комплекс
17		с. Ясноморское	159	4	73	8,55	11,71	Автомобильная и железная дороги, жилые дома, хоз. постройки
18		с. Светляки		7	31	16	51,61	Автомобильная и железная дороги, жилые дома, хоз. постройки
19	Корсаковский район	г. Корсаков	35 134	2	1500	0,59	0,04	Склады ГСМ и участок дорожного полотна по ул. Свердлова

Объемы русловых селей в среднем не превосходят первых тысяч кубических метров, максимальные могут превышать 10 тыс. м³. Средние объемы склоновых селей со склонов морских террас – 25–200 м³, максимальные (в редких случаях) – до первых тысяч кубических метров [6].

Ширина селевых потоков колеблется от 1–2 м у склоновых и до 5 м у русловых. Русловые потоки формируются как связные – грязевые и грязекаменные, так и несвязные – наносоводные.



Населенные пункты и участки автомобильных и железных дорог, подверженные воздействию селевых процессов со склонов морских террас

Скорости селевых потоков со склонов морских террас достигают 20 м/с, что обусловлено большими уклонами (от 20 до 35°) и малой длиной селевых русел (в среднем 100–500 м).

Значения максимальных расходов селевых потоков могут достигать 200 м³/с.

Максимальное расчетное давление селевого потока на препятствие составляет 0,150 мПа (т.е. это разрушение деревянных и шлакоблочных сооружений II и III уровня защищенности, разрушение наземных и надземных линейных сооружений, повреждение железобетонных сооружений) [9, 11, 12].

Механизмы формирования селей – оползневой (за счет оползней-сплывов) и эрозионный. Генезис водной составляющей – как дождевой, так и снеготаяние.

Селеопасный период – с апреля по ноябрь.

Обобщая результаты опубликованных исследований и полевых наблюдений, можем сделать следующие основные выводы.

Воздействию селей со склонов морских террас южного Сахалина подвержены территории 19 населенных пунктов, железные дороги на протяжении более 180 км и автомобильные дороги на протяжении более 260 км.

Наиболее селеопасны участки транспортных магистралей с. Шебунино – с. Новосибирское вдоль юго-западного побережья Сахалина и с. Восточное – с. Туманово вдоль юго-восточного побережья Сахалина.

Основные факторы, определяющие объемы, динамические характеристики и повторяемость селевых процессов: геологические (характер пород, слагающих потенциальные селевые массивы), геоморфологические (морфометрические характеристики склонов) и гидрометеорологические (наличие достаточного количества воды для смыва и перемещения рыхлообломочного материала).

Благодаря высокой интенсивности проявления селевых процессов и большой площади пораженности территории населенных пунктов Сахалинской области селевые процессы представляют большую опасность для населения и хозяйства области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боброва Д.А. Инженерные мероприятия по защите линейных сооружений от селей на о. Сахалин // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита: Тр. Второй конф., посвящ. 100-летию со дня рождения С.М. Флейшмана, г. Москва, 17–19 окт. 2012 г. / Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Межрегион. обществ. орг. «Селевая ассоциация». М., 2012. С. 13–14.
2. Генсировский Ю.В., Казаков Н.А. Активизация экзогенных геологических процессов на Южном Сахалине 22–24 июня 2009 г. // Геориск. М.: ПНИИС, 2009. № 2. С. 56–60.
3. Генсировский Ю.В., Казаков Н.А., Рыбальченко С.В. Гидрометеорологические условия периодов массового селеобразования на о. Сахалин // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита: тр. Междунар. конф., Питигорск, 22–29 сент. 2008 г. / Севкавгипроводхоз, Межрегион. обществ. орг. «Селевая ассоциация». Питигорск, 2008. С. 95–98.
4. Геология СССР. М.: Недра, 1970. Т. 33. Ч. 1. 422 с.
5. Казаков Н.А. Геологические и ландшафтные критерии оценки лавинной и селевой опасности при строительстве линейных сооружений (на примере о. Сахалин): дис. ... канд. геол.-минер. наук. М., 2000. 216 с. Деп. в ВЦНТИ 04.00.01.
6. Казаков Н.А., Минервин И.Г. Селевые процессы на о. Сахалин // Прикладная геоэкология, чрезвычайные ситуации, земельный кадастр и мониторинг. М.: ПОЛТЕКС, 2000. Вып. 4. С. 35–38.
7. Перов В.Ф. Селевые явления: терминологический словарь. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 45 с.
8. Полуниин Г.В. Динамика и прогноз экзогенных процессов. М.: Наука, 1989. 232 с.
9. Руководство по изучению селевых потоков. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 143 с.
10. Рыбальченко С.В. Активизация селевых процессов на юго-западном побережье Южного Сахалина в июле–августе 2010 года // Современные проблемы геологии, геохимии и геоэкологии Дальнего Востока России: материалы 4-й Всерос. конф. молодых ученых, Владивосток, 27 авг. – 5 сент. 2012 г. Владивосток: Дальнаука, 2012. С. 42–44.
11. Рыбальченко С.В. Селевая опасность населенных пунктов Сахалинской области // Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследований на количественной основе: Материалы Всерос. совещ. и молодеж. школы по современной геодинамике, Иркутск, 23–29 сент. 2012 г. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2012. Т. 2. С. 118–120.
12. Рыбальченко С.В. Склоновые селевые потоки Южного Сахалина // Сб. трудов III Междунар. науч.-техн. конгр. «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов». Тольятти; Самара, 2011. Т. 2. С. 201–205.