

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СВЯЗНЫХ СЕЛЕЙ ПРИ СЛАБЫХ ОСАДКАХ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В СЕЛЕВОМ ПОТОКЕ

Conditions of Formation of Cohesive Debris Flows in Low Precipitation and The Distribution of The Dynamic Characteristics in Debris-Flow Channel

КАЗАКОВ Н.А., ГЕНСИОРОВСКИЙ Ю.В., ОКОПНЫЙ В.И., БОБРОВА Д.А.,
КАЗАКОВА Е.Н., РЫБАЛЧЕНКО С.В.

ФГБУ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Сахалинский филиал, kazakovna@fegi.ru, gensiorovskiy@mail.ru

KAZAKOV N.A., GENSIOROVSKIY Y.V., OKOPNIY V.I., BOBROVA D.A.,
KAZAKOVA E. N., RYBALCHENKO S.V.

Far East Geological Institute of the FEB RAS, Sakhalin Department, kazakovna@fegi.ru, gensiorovskiy@mail.ru

Ключевые слова: сель, потенциальный селевой массив, о. Сахалин

Аннотация: грязекаменный сель объемом 20 000 м³ сошел на восточном побережье о. Сахалина при суточной сумме осадков 3,0 мм вследствие предшествующего увлажнения пород во время снеготаяния. Доминирующие факторы селеобразования – геологические. Наиболее близкие к реальным значения скорости селя позволяют получить полевая методика определения скорости селя по величине скоростного напора.

Key words: debris flows, potential debris-flow massif, Sakhalin Island.

Abstract: debris-flow volume of 20 000 m³ came down on the East coast Sakhalin Island when daily precipitation 3.0 mm in consequence of previous moisture breeds during snowmelt. In debris-flow process of geological factors of debris-flow formation are dominant. The closest to the real value of the velocity of debris-flow allows to obtain a field method of determining the flow rate on the magnitude of the velocity head.

Введение

Одним из важнейших вопросов прикладного селеведения является вопрос о расчете динамических характеристик селей (скорость, давление на препятствие и др.) и зависимости формирования селей от сильных осадков.

В свою очередь, возникает вопрос о степени зависимости повторяемости селей от повторяемости сильных осадков.

На сегодняшний день не существует удовлетворительных физических моделей селе-

вого процесса, позволяющих адекватно описать сель, а существующие математические модели зачастую основаны либо на идеальных математических, либо на эмпирических представлениях, сильно упрощающих реальную картину и позволяющих описать селевой процесс с определенной степенью приближенности. Это необходимо учитывать при использовании расчетных значений характеристик селей и селевых процессов при проектно-изыскательских работах.

В этой связи особую важность приобретают характеристики селей, измеренные не-

посредственно во время движения селя или восстановленные по результатам полевых исследований, проведенных сразу же после схода селя.

Представления о динамике связных селей и доминировании геологических факторов селеобразования над гидрометеорологическими [2, 3] были проверены при исследовании грязекаменного селя на Южном Сахалине.

Грязекаменный сель на восточном побережье Южного Сахалина 03.06.2010 г.

Грязекаменный сель сформировался в селевом бассейне, заложенном в цирке оползня-потока (рис. 1, 2) на восточном побережье Южного Сахалина к югу от р. Гребянки в ночь с 3 на 4 июня 2010 г.

Сход селя сопровождался сильным грохотом. Дальность выброса селя составила 950 м при ширине зоны аккумуляции селевых отложений до 150 м. Объем селя — 20 000 м³. Несмотря на небольшой объем селевого потока, его глубина на отдельных участках достигала 6,0 м (рис. 5).

Твердой составляющей селевого потока послужили отложения тела древнего оползня-потока, развивающегося в песчано-глинистых породах нижнего неогена (верхнедуйская свита) на береговом уступе, причлененном к интрузивному массиву. Массив слагают интрузивные породы среднего миоцена, представленные диоритами и диоритовыми порфиритами.

Оползень-поток является частью грандиозного оползневого склона, протянувшегося вдоль морского побережья от р. Лазовой до р. Гребянка на расстоянии более 15 км, образуя в плане полосу шириной от 0,4 до 1,0 км. Длина оползня-потока — около 950 м, ширина — 50–150 м (рис. 1).

Поверхность оползня бугристая, местами ступенчатая, наклонная в сторону моря, осложненная многочисленными уступами, ложбинами и западинами, крупными оползневыми трещинами. В верхней части прослеживается хорошо выраженная в рельефе стенка срыва оползня протяженностью около 200 м, высотой до 30 м и крутизной 35–80°.

Сель сошел при фактическом отсутствии атмосферных осадков (3,0 мм за сутки) (рис.

Таблица 1

Характеристики селевой суспензии	
Плотность селевой суспензии, г/см ³	Влажность мелкозема, %
1,81	77
2,02	74

Таблица 2

Гранулометрический состав селевых отложений						
Адрес пробы	Фракция (%)					
	< 100	50-100	20-50	10-20	5-10	>5
Нижняя граница селевых отложений	67	14	7	4	3	5
В 40 м выше нижней границы селевых отложений	44	20	14	8	5	9
В 100 м выше нижней границы селевых отложений, селевой вал	63	12	8	5	3	8
Верхняя граница конуса выноса селя	67	11	6	3	2	5

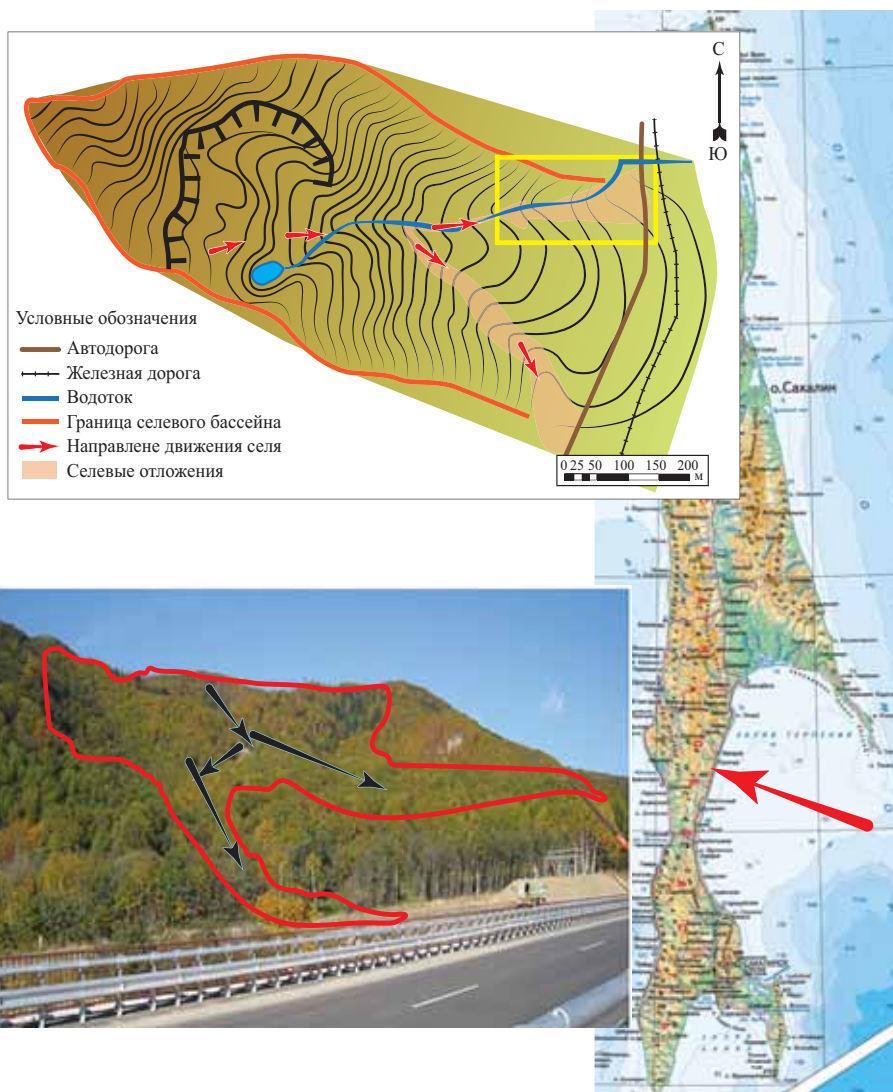


Рис. 1. Селевой бассейн

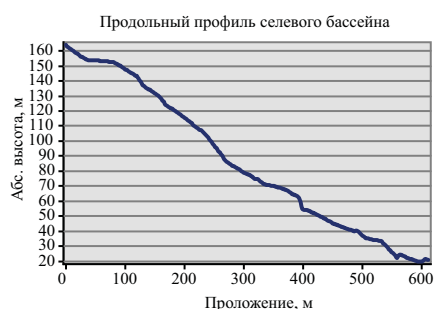


Рис. 2. Продольный профиль селевого бассейна

4): вследствие длительного (в течение 1 года) увлажнения мелкозема пород потенциального селевого массива (ПСМ) и последующего резкого их увлажнения в мае 2010 г. при позднем таянии снега.

В результате увлажнения породы ПСМ достигли предела текучести и перешли в динамическую фазу (селевой поток).

Селевые отложения — дресвяно-щебенистые с суглинисто-супесчаным заполнителем (табл. 1, 2).

В составе крупнообломочной фракции селевых отложений преобладают глыбы и валуны диорита и мелкозернистого песчаника размером до 1,5 м (рис. 6–11). В селевых отложениях на всем протяжении неред-



Рис. 3. Тело оползня-потока: потенциальный селевой массив

ко, а в нижней части часто, встречаются слабоокатанные аргиллитовые валуны и глыбы размером до 0,6 м.

Селем было сломано и вынесено в зону аккумуляции большое количество древесных стволов.

Динамические характеристики селя

Скорость селя на разных участках рассчитывалась на основе материалов полевых наблюдений по трем методикам: по величине скоростного напора, диаметру селевых глыб и формуле В.В. Голубцова [4].

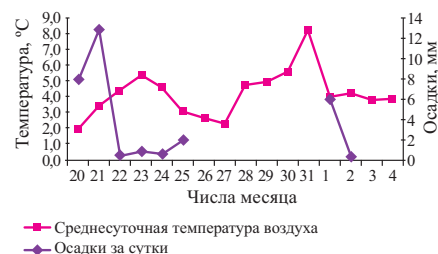


Рис. 4. Совмещенный график хода температуры воздуха и осадков в период, предшествующий сходу селя (20.05 - 4.06.2010 гг.)



Рис. 5. Высота заплеска селевой волны



Рис. 6. Селевые отложения после схода селя



Рис. 7. Селевые валуны



Рис. 8. Селевые валы



Рис. 9. Селевые валы



Рис. 10. Размер глыб диорита в селевых отложениях — до 1,5 м



Рис. 11. Размер глыб диорита в селевых отложениях — до 1,5 м

По результатам полевых наблюдений было построено поле глубин сея и толщин селевых отложений (рис. 12–13).

По результатам расчетов были построены поля скоростей и давления сея (рис. 14, 15).

Результаты расчета скорости сея на разных участках селевого русла, выполненные

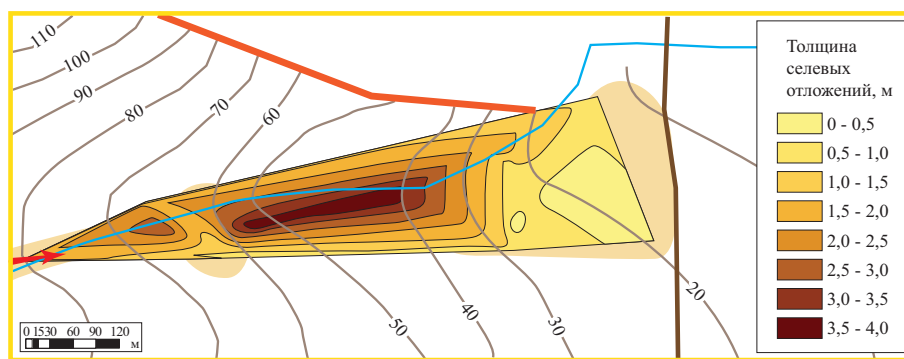


Рис. 12. Толщина селевых отложений

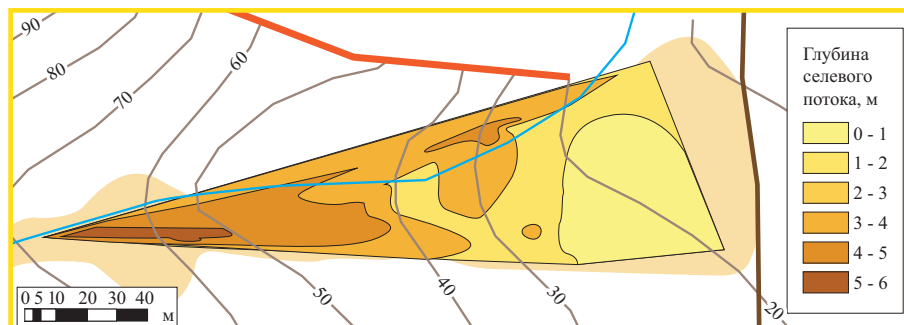


Рис. 13. Глубина сея на разных участках

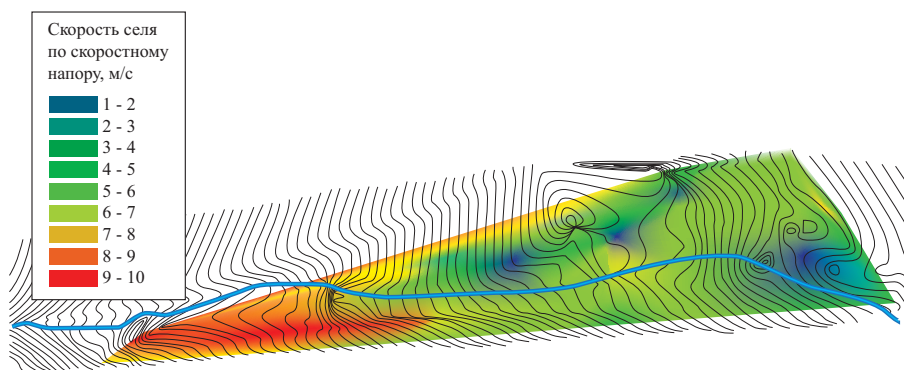


Рис. 14. Поле скоростей сея (по величине скоростного напора)

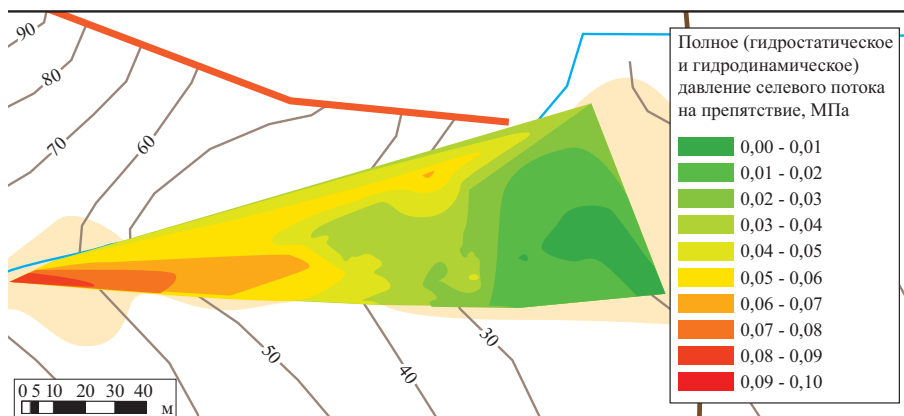


Рис. 15. Поле давлений сея

по разным методикам, показали сильный разброс значений (табл. 3, рис. 16--18), что связано с несовершенством физических и математических моделей сея.

Наиболее близкие к реальным значения скорости сея были получены при расчете скорости сея по величине скоростного напора [4].

Заключение

1. Неравномерность распределения скорости, глубины и давления сея обуславливается как характеристиками микрорельефа поверхности селевого русла и зоны аккумуляции селевых отложений, так и неоднородностями структуры самого сея.

Скорость селя, рассчитанная по разным методикам		
Скорость селя		
По В.В. Голубцову, м/с	По величине скоростного напора, м/с	По диаметру селевых глыб, м/с
1,41	3,78	-
-	4,02	4,47
1,59	4,18	-
0,79	2,13	-
0,97	3,51	-
2,67	3,60	3,54
1,61	1,61	-
2,41	5,09	6,12
1,35	3,69	-
1,80	5,22	-
1,51	5,86	4,18
1,44	4,41	-
2,16	5,46	-
2,52	6,13	-
3,18	5,97	-
2,57	4,41	3,50
2,50	4,55	-
2,42	3,42	-
3,06	3,69	-
3,81	7,72	4,18
2,23	7,20	-
2,38	2,67	-
3,50	7,55	-
4,72	10,71	-
3,93	9,86	-
3,24	9,73	-

2. При реализации сдвигового и транспортно-сдвигового селевого процесса геологические факторы селеобразования доминируют над гидрометеорологическими факторами. Обязательным условием формирования связанных селей при сдвиговом механизме селеобразования является предварительное увлажнение пород потенциальных селевых массивов. При их недостаточном увлажнении сильные осадки вызывают формирование паводков или несвязных селей, но не приводят к формированию связанных селевых потоков.

3. Использование характеристики «селевой расход 5%, 1% и т.д. обеспеченности» недопустимо. Для оценки воздействия селевого потока на объект необходимо использовать характеристики «Максимальный селевой расход» и «Максимальный объем селя».

4. Существующие методики расчета скорости связанных селей дают сильный разброс значений, что связано с несовершенством физических и математических моделей селя. Наиболее близкие к реальным значения скорости селя позволяет получить полевая методика определения скорости селя по величине скоростного напора.

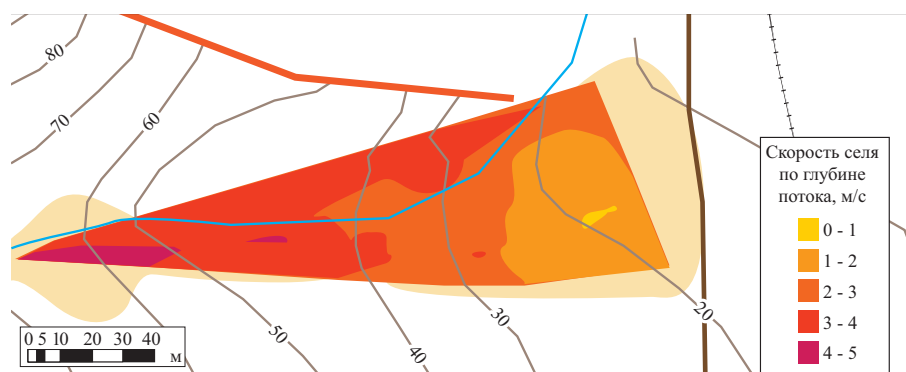


Рис. 16. Скорость селя, рассчитанная по разным методикам

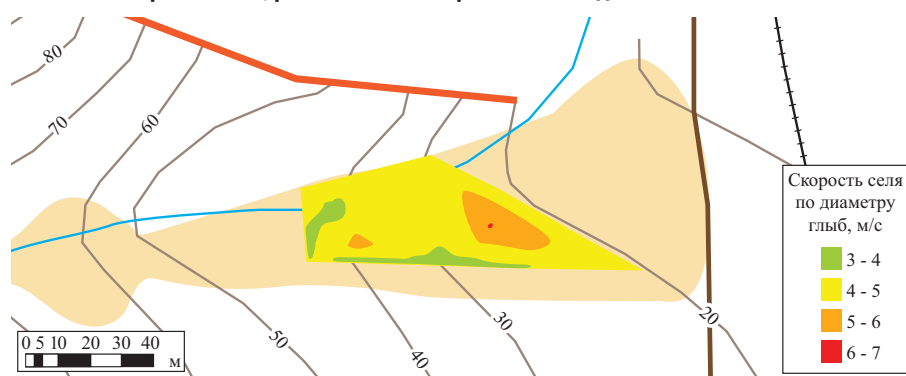


Рис. 17. Скорость селя, рассчитанная по разным методикам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Генсиоровский Ю.В.* Экзогенные геологические процессы и их влияние на территориальное планирование городов (на примере о. Сахалин): автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Иркутск, 2011. 19 с.
2. *Казаков Н.А.* Геологические и ландшафтные критерии оценки лавинной и селевой опасности при строительстве линейных сооружений (на примере о. Сахалин) // автореф. канд. дис. Южно-Сахалинск. 2000. 36 с.
3. *Казаков Н.А., Жируев С.П.* Методика построения среднемасштабных карт природных селевых комплексов. // Прикладная геоэкология, чрезвычайные ситуации и земельный кадастр. Вып. 5. М.: Полтекс, 2002. С. 113–114.
4. Руководство селестоковым станциям и гидрографическим партиям. М.: Московское отделение Гидрометеоздата, 1990 . 198 с.