

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЪЕМА СЕЛЯ

To the Question on Definition of Debris-Flow Volume

СЕЙНОВА И.Б.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва

КАЗАКОВ Н.А.

Директор, заведующий Лабораторией лавинных и селевых процессов ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН (Сахалинский филиал), доцент, к.г.-м.н., kazakovna@legi.ru

SEINOVA I.B.

Moscow State University named by M.V. Lomonosov, Geographical Faculty, Moscow

KAZAKOV N.A.

Head of Laboratory of Avalanche & Debris-Flow Processes Research at the Far East Geological Institute of Far East Branch of Russian Academy of Sciences (Sakhalin Department), Ph.D., Associate professor, kazakovna@legi.ru

Ключевые слова: сель, селевой процесс, послеселевой паводок.

Аннотация: селевой процесс — это непрерывный процесс, который включает в себя формирование потенциального селевого массива, его диагенез и морфогенез, возникновение и движение селя, разгрузку крупнообломочного и затем тонкодисперсного материала и прохождение послеселевого паводка. При расчете объема селя необходимо суммировать объем крупнообломочного материала, отложившегося в конусе выноса и в зоне транзита селя, объем тонкодисперсного материала, вынесенного послеселевым паводком за границы селевого конуса выноса, и объем водной составляющей.

Key words: debris-flows, debris-flows process, after debris-flow flood.

Abstract: debris-flow process is an ongoing process that involves the formation of a potential debris-flow array, its diagenesis and morphogenesis, the occurrence and movement of debris-flow, discharge of coarse and then - the fine material and passing of the after debris-flow flood. When calculating the volume of debris-flow is necessary to summarize the amount of coarse material deposited in debris cone and in the debris-flow transit zone, the amount of the fine particles rendered abroad of the after debris-flow flood debris cone, and the volume of the water component after debris-flow flood.

Введение

Одной из важнейших количественных характеристик селей, позволяющих оценить их энергию, является объем селя. Однако единые подходы к определению объема селя не выработаны.

Как правило, при определении объема селя принимается во внимание крупнообломочная составляющая селя, что соотносится с понятием «селевой поток».

Селевой поток, сель — стремительный русловой поток, состоящий из смеси воды и обломков горных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек (Перов, 1996).

Основываясь на понятии «селевой процесс» (селевой процесс — совокупность природных процессов, составляющих этапы подготовки, зарождения и схода селевого потока (Перов, 1996), мы считаем необходимым при расчете объема селя включать неотделимую часть селевого процесса — селевой паводок. Рассмотрим этот подход на примере натуральных наблюдений за селевыми процессами в стационарном бассейне р. Кубасанты (Северный Кавказ).

Определение объемов селей в бассейне р. Кубасанты

Грязекаменный сель прошел по руслу р. Кубасанты (бассейн р. Баксан) 5 июля 1975 года. Первая, самая мощная селевая волна прошла путь в 4,5 км до устья за 1 час. Движение грязекаменных селевых волн в устье р. Кубасанты продолжалось около 4,5 часа. Крупноглыбовая составляющая селя перетолпилась на выношенных участках расширения долины, заполнила пойму реки шириной до 20 м в ее нижнем течении и частично осталась на конусе выноса. В русло р. Баксан была вынесена в основном тонкодисперсная суспензия.

Шлейф селя, или послеселевой паводок, представляющий собой освободившийся от крупноглыбового материала поток, продолжался до 4 часов утра 6 июля 1975 г.

Происходило интенсивное перестроение поймы и русла р. Кубасанты, выработанный после схода селя. Мутный поток желто-оранжевого цвета, непрерывно пульсируя и меняя направление, растекался множеством рукавов, обходя на локальных участках грязекаменную массу, заполняющую пойму реки.



Рис. 1. Селевой бассейн в долине р. Кубасанты

Возникли кратковременные селевые микроволны, распад которых происходил на ограниченном отрезке и сопровождался выносами мелкозема. Уровень потока, как биевание пульса, имел непрерывный пилообразный ход, каждый микроцикл которого, измеряемый минутами, был связан с размывами или намывами в русле, но не с водностью потока (Сейнова, Золотарев, 2001).

Утром 6 июля 1975 г., когда сформировалось новое русло, стало возможным оценить глубинную эрозию как конечный результат прохождения селевого паводка, позволяющий качественно оценить его энергию. Новое русло было врезано в рыхлые русловые отложения на глубину от 2 до 4 м.

Это позволило установить достоверно среднюю глубину первой селевой волны. Обычная ошибка в определении глубины селя по следам заключается в недоучете эрозионного воздействия на размываемое русло селевого паводка. 5–6 июля 1975 г., возможно, было трехкратное превышение реального значения глубины селя над определенным по следам селя.

Суммарный объем селя 5–6 июля 1975 г. составил 730 тыс. м³. Без учета тонкодисперсной суспензии объем селя составил 514 тыс. м³, то есть значительно меньше реального.

Как и полет водка в (см. таф Неор роль, к цессе в Дви происх жутка шающ: грязек:

Опред проце

Фо) ных с) дующ) состав) высок) ставля) Од) нечно) вогу к) Та) сматр) чающ) облом) геолог) в поте) диаген) жение) тем то) селев) Ра) тийн) док») в рас

Об

1. Н) С) С) С) 2. 3.

3. 1)

Как показывают результаты и расчетов, и полевых измерений, вклад селевого паводка в объем и энергию селя весьма высок (см. таблицу).

Необходимо также отметить ту важную роль, которую играет селевой паводок в процессе выноса мелкозема из селевого бассейна.

Движение и разгрузка селевого паводка происходит в течение длительного промежутка времени, часто на порядок превышающего время прохождения собственно грязекаменного потока.

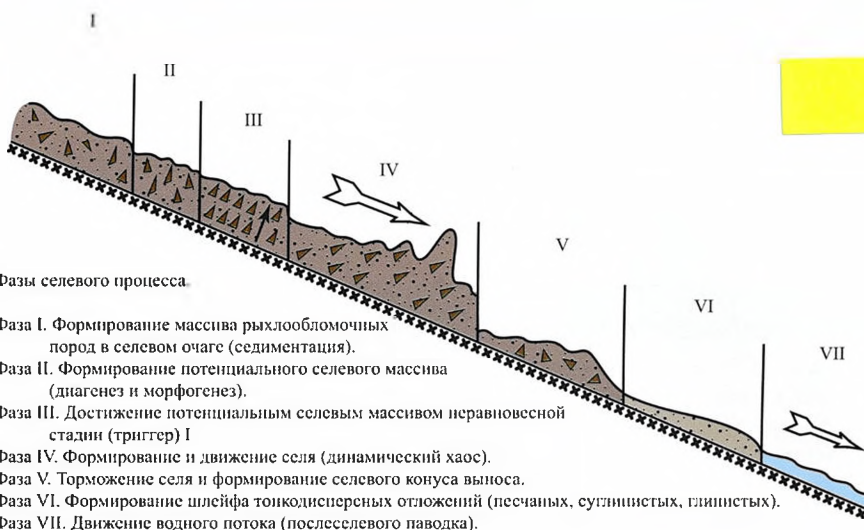
Определение понятия «селевой процесс»

Формирование и движение грязекаменных селевых волн в связанных селях и следующих за ними освобожденных от твердой составляющей пульсаций водного потока с высоким эрозионным потенциалом представляет собой единый природный процесс.

Однако сам селевой поток является конечной стадией эволюции природного селевого комплекса (Казаков, 2000).

Таким образом, селевой процесс должен рассматриваться как непрерывный процесс, включающий в себя формирование массива рыхлообломочных пород в селевом очаге в результате геологических процессов, трансформацию его в потенциальный селевой массив вследствие его диагенеза и морфогенеза, возникновение и движение селя, разгрузку крупнообломочного и затем тонкодисперсного материала и прохождение селевого паводка (рис. 2).

Разделение селевого процесса на понятийном уровне на «сель» и «селевой паводок» (который не принимается во внимание в расчете объема селя) ведет к занижению



Фазы селевого процесса.

- Фаза I. Формирование массива рыхлообломочных пород в селевом очаге (седиментация).
- Фаза II. Формирование потенциального селевого массива (диагенез и морфогенез).
- Фаза III. Достижение потенциальным селевым массивом неравновесной стадии (триггер) I
- Фаза IV. Формирование и движение селя (динамический хаос).
- Фаза V. Торможение селя и формирование селевого конуса выноса.
- Фаза VI. Формирование шлейфа тонкодисперсных отложений (песчаных, суглинистых, глинистых).
- Фаза VII. Движение водного потока (послеселевого паводка).

Рис. 2. Фазы селевого процесса

объема и энергии селя и, соответственно, к занижению ожидаемого разрушительного действия селя на объекты и сооружения и занижению оценки селевого риска.

Послеселевой паводок представляет собой прохождение водной составляющей селя после разгрузки твердой составляющей селя и является переходной стадией от кратковременного проявления максимума эрозионного процесса в селевом бассейне к нормальному гидрологическому режиму реки: до схода следующего селя (рис. 2).

Расчет объема селя

При расчете объема селя $\sum V$ необходимо суммировать объем крупнообломочного ма-

териала, отложившегося в конусе выноса V_k и в зоне транзита селя V_t , объем тонкодисперсного материала, вынесенного селевым паводком за границы селевого конуса выноса V_p , и объем водной составляющей V_w :

$$\sum V = (V_k + V_t + V_p + V_w),$$

где V_k — объем крупнообломочного материала, отложившегося в конусе выноса; V_t — объем крупнообломочного материала, отложившегося в зоне транзита селя; V_p — объем тонкодисперсного материала, вынесенного послеселевым паводком за границы селевого конуса выноса; V_w — объем водной составляющей послеселевого паводка.

Таблица

Объем грязекаменных селей на р. Кубасанты (Северный Кавказ)

Метод получения количественных параметров селей	Суммарный объем селевого стока, тыс. м ³	Суммарный объем селеформирующего водного стока, тыс. м ³	Объем селя (в тыс. м ³) The volume of debris flow (in thous. m ³)					Макс. расход селя на участке гидроствора, м ³ /с
			Суммарный	Крупнообломочная составляющая, вынесенная из русловой зоны	Крупнообломочная, оставшаяся в русле	Селевые отложения на конусе выноса	Взвешенные тонкодисперсные наносы, вынесенные в русло р. Баксан	
1. Натурные измерения								
Сель 5.08.1967 г.	972		363	145,5	67,8	63/150	нет данных	500
Сель 5.06.1975 г.	514		175	65,7	57,5	2,1	50	183
Сель 19.07.1983 г.				102,3	22,7	47,0	нет данных	580
2. Эмпирические методы								
I.	По методическим указаниям ВСН-03-76 (p=2%)	1070						610
II.	По методике И.И. Херхеулидзе (повторяемость p= 1%)	1180	590	455				220 (44)
III.	По формуле Г.А. Алексева (метод гидрологической аналогии)		448					490
3. Математическое моделирование селеформирующего паводка								
Сель 5.08.1967 г.			357					17,2
Сель 5.06.1975 г.			201					2,7

OSCOV

East
lin



злевые
дидил на
леса вы-
как бие-
образ-
, изме-
львами
тью по-

рмиро-
м оце-
ный ре-
ка, поз-
о энер-
ыхлые
до 4 м.
оверно
волны.
лубины
оучете
ваемое
1975 г.,
шение
д опре-

75 г. со-
ерсной
с. м³, то

Заключение

1. Селевой процесс — непрерывный процесс, который включает в себя формирование потенциального селевого массива, его диагенез и морфогенез, возникновение и движение селя, разгрузку крупнообломочного и затем тонкодис-

персного материала и прохождение селевого паводка.

2. При расчете объема селя необходимо суммировать объем крупнообломочного материала, отложившегося в конусе выноса и в зоне транзита селя, объем тонкодисперсного материала, вынесенного селевым паводком за границы селевого

конуса выноса, и объем водной составляющей селя.

3. Разделение селевого процесса на «сель» и «селевой паводок» ведет к занижению объема и энергии селя и, соответственно, к занижению ожидаемого разрушительного действия селя на объекты и сооружения и занижению оценки селевого риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВСН 03-76. Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей / ред. А.И. Чеботарев, И.И. Херхеулидзе, Б.И. Серлик. Л.: Гидрометеиздат, 1976, 27 с.
2. Казаков Н.А. Геологические и ландшафтные критерии оценки лавинной и селевой опасности при строительстве линейных сооружений (на примере о. Сахалин): автореф. дис. ... канд. Южно-Сахалинск, 2000, 36 с.
3. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. М.: Изд-во МГУ, 1996, 34 с.
4. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья (Эволюция оледенения и селевой активности). М.: Научный мир, 2001, 204 с.

**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОЛИГРАФИЯ
ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ**



- Брошюры и буклеты
- Научные монографии
- Художественные книги
- Сборники стихов и рассказов
- Мемуары
- Альбомы с памятными фотографиями
- Юбилейные сборники
- Годовые отчеты
- Рекламные проспекты
- Газеты и журналы
- Бланки
- Визитки
- Календари
- Имиджевая и сувенирная продукция

Полная ответственность за исполнение заказа и гарантия отличного результата

Наши специалисты помогут разработать идею и дизайн печатной/электронной рекламы, создадут общий стиль продукции фирмы, подберут оптимальную цветовую гамму и шрифты, предложат оригинальные идеи ребрендинга. Заказанная Вами продукция может быть доставлена в Ваш офис в любой город России. Кроме того, мы предлагаем распространение имиджевой продукции Вашей организации на конференциях и выставках журнала «Инженерные изыскания», которые регулярно собирают от 150 до 800 человек.

Если у Вас есть вопросы, звоните! Мы рады быть полезными каждому! Не отказывайте себе в удовольствии сделать приятно себе и Вашим коллегам.

Москва, Электrozаводская улица, д. 60,
Тел.: +7 (495) 210-63-90, 210-89-92,
e-mail: info@geomark.ru

www.geomark.ru