

УДК 551.583.7:551.435.2 (574)

**ОБЪЕМ КОНУСА ВЫНОСА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СЕЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ**

Канд. геогр. наук Р.К. Яфязова

*Рассмотрено изменение селевой активности в антропогене на примере конуса выноса р. Аксай. Сделан вывод, что объемы конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау дают представление об интегральной селевой активности их бассейнов, селевая активность на протяжении антропогена резко изменялась.*

Жизнь и хозяйственная деятельность в горных и предгорных зонах подвержены риску воздействия катастрофических природных явлений. Одним из наиболее опасных и разрушительных явлений для Заилийского Алатау и прилегающей к нему территории являются сели. Этот район считался наиболее селеактивным на территории СССР, подтверждением тому являлись катастрофические сели 20 столетия, имевшие место практически во всех бассейнах рек северного склона Заилийского Алатау. Большая часть этих селей имела гляциальный генезис, сели образовались в основном в результате прорыва моренных озер. Наиболее мощные грязекаменные сели дождевого генезиса формировались в 1921 и 1950 гг.

Под селевой активностью понимается интенсивность развития селевого процесса во времени и в пространстве. Для оценки селевой активности в пределах одного селевого бассейна используют показатели повторяемости и объема селевых выносов [5].

Имеются достаточно обширные сведения о случаях прохождения селей в Заилийском Алатау за последние 300 лет [3], однако данных об их объемах нет. Датировка селевых отложений осуществлялась методами лишенометрии и дендрохронологии в основном в высокогорной и среднегорной зонах хребта, где проявления селей многочисленны, а их объемы, как правило, малы. Такие сели не выходят за пределы гор. Но только катастрофические сели, отложение которых происходит на конусах выноса, расположенных на предгорной равнине, представляют практический интерес.

Редкая повторяемость катастрофических селей, грубая оценка их дат прохождения и характеристик (исключение составляет сель 1973 г. в бассейне р. Малая Алматинка, задержанный плотиной в урочище Медеу, объем его составлял 3,8 млн. м<sup>3</sup> при плотности селевой массы 2380 кг/м<sup>3</sup> [1]) сказывались на достоверности оценки селевой активности бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау. Надежность оценки селевой активности на северном склоне Заилийского Алатау значительно возросла после того, как в середине 90-х годов 20 столетия в результате изучения строения конуса выноса р. Аксай было установлено, что доля селевых отложений, образующих конусы выноса, расположенные на предгорной равнине, составляет 90-95 % от их полного объема.

Бассейн р. Аксай расположен в центральной части хребта и имеет типичные для последнего морфометрические, геологические и климатические характеристики. Благоприятным для изучения истории конуса выноса оказалось то обстоятельство, что он пережил два этапа развития.

Первый этап начался в раннем плейстоцене и закончился в среднем. В это время вершина конуса выноса примыкала к коренной части хребта, примерно в 5-6 км южнее современного ее положения. Селевые отложения, содержащие большое количество валунно-глыбовых фракций, залегают на красноцветных глинистых третичных отложениях. Мощность селевых отложений в верхней части этого конуса составляет 200-250 м.

Скорее всего в период миндель-рисского межледниковья, в ходе неотектонических движений, началось образование верхней предгорной ступени. В результате этого поднятия почти все конусы выноса рек северного склона Заилийского Алатау, образовавшиеся к тому времени и расположенные западнее бассейна р. Каргалинка, были подняты на высоту от нескольких сот метров до одного километра. Водные и селевые потоки в западной части хребта были вынуждены прорезать верхнюю предгорную ступень, образуя достаточно глубокие ущелья. Рыхлообломочный материал выносился на предгорную равнину, примыкающую к верхней предгорной ступени, где началось формирование новых конусов выноса - второй этап развития конусов выноса западной части хребта.

В 1960-1970 гг. на конусе выноса р. Аксай была налажена добыча нерудных материалов, использовавшихся при строительстве г. Алматы. В результате работ образовался карьер длиной до 3000 м, шириной до 350 м

и глубиной до 50 м. В нижней части карьера были вскрыты отложения, возраст которых превышает 350 тыс. лет.

Нижний горизонт конуса выноса в его современной средней части представлен чередованием аллювиальных и пролювиальных отложений. Мощность прослоек 0,2-0,3 м, частицы, размер которых превышает 100-200 мм, практически отсутствуют. Это позволяет утверждать, что описываемый горизонт представлял собой периферийную часть вновь формирующегося конуса выноса. Эти отложения перекрыты лессом, отложившимся в период рисского оледенения.

Селевые явления резко активизировались в рисс-вюрмское межледниковье, в период 134,3-131 тыс. лет до н.э., когда глобальная температура воздуха в Антарктиде превышала современное значение на 2-2,7 °С [9]. Скорее всего, именно в этот период мощность отложений на конусе выноса увеличилась на 30-40 м. Верхний горизонт, мощностью 20-25 м, уже содержит валунно-глыбовые фракции, хорошо видно переслаивание селевых отложений речными. Средняя мощность селевых отложений - 1,3 м, а речных - 0,2 м. Доля аллювия в общем объеме конуса выноса - не более 5-10 %.

Отложения рисс-вюрмского межледниковья перекрыты лессом вюрма. Юго-восточная часть конуса перекрыта лессом мощностью до 20 м, западная часть - лессом мощностью 2-3 м, только в узкой центральной части лессовый покров вюрма уничтожен полностью и отложения рисс-вюрмского межледниковья перекрыты селевыми отложениями голоцена. Причем в верхней части конуса выноса отложения голоцена вложены в отложения рисс-вюрмского межледниковья на глубину 5-7 м, а в средней части отложения голоцена перекрывают рисс-вюрмские отложения. Их мощность не превышает 0,5-1,5 м. Объем селевых отложений голоцена на конусе выноса р. Аксай составляет примерно 1 млн. м<sup>3</sup>.

Рекогносцировочное обследование карьеров на конусах выноса рек Узункаргалы и Талгар показало, что эти конусы также образованы в основном селевыми отложениями. На это указывают и результаты обследования 20-30-метрового вреза, образованного р. Тургенъ в верхней части ее конуса выноса. Полученные данные позволяют, используя метод географической экстраполяции, распространить вывод о пролювиальном генезисе конусов выноса на все остальные конусы выноса рек северного склона Заилийского Алатау. Результаты экспериментального изучения механизмов образования аллювиальных и пролювиальных конусов выноса горных рек, выполненного в

середине 90-х годов 20 столетия, подтвердили пролювиальный генезис описываемых конусов выноса [7].

Выяснилось, что возможность движения селевой массы на конусе выноса определяется уклоном конуса выноса, свойством пластичности селевой смеси и глубиной потока. Это обстоятельство приводит к появлению принципиального отличия в формах поверхностей аллювиального и пролювиального конусов выноса. Дешифрирующие признаки аллювиальных и пролювиальных конусов выноса заключаются в том, что на топографических картах горизонтали на аллювиальном конусе выноса имеют вид, близкий по форме к дугам окружностей с центром в вершине конуса выноса. В отличие от аллювиального конуса выноса, периферийные горизонтали пролювиального конуса выноса, если их аппроксимировать окружностями, имеют радиусы большие, чем расстояние от вершины конуса выноса до соответствующей горизонтали в осевом направлении, а при определенных ситуациях кривизна горизонталей принимает противоположное направление.

Это позволяет по информации, имеющейся на топографических картах М 1:100 000 и крупнее, однозначно определить генезис конусов выноса даже в ситуациях, когда в результате затухания (или временного прекращения) селевой активности селевые конусы выноса перекрываются аллювиальными отложениями, мощностью в несколько метров; а с помощью методики определения объемов конусов выноса с использованием информации, имеющейся на тех же картах, несложно вычислить объемы конусов выноса [8].

В табл. приведены сведения об основных характеристиках селеформирующих факторов бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау, а также данные о площадях и объемах их конусов выноса. Объемы конусов выноса зависят от площадей бассейнов рек, их геологического и тектонического строения, площадей оледенения, климатического фактора. Данные об объемах конусов выноса дают представление о суммарной селевой активности бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау на протяжении всего четвертичного периода.

Было установлено, что наибольшей селевой активностью обладает бассейн р. Есик, площадь которого ( $293 \text{ км}^2$ , створ вершина конуса выноса) существенно меньше площадей бассейнов р. Тургенъ ( $583 \text{ км}^2$ , створ вершина конуса выноса) и р. Талгар ( $444 \text{ км}^2$ , створ вершина конуса выноса). Объясняется это, прежде всего, большой густотой тектонических разломов, приходящихся на единицу площади бассейна р. Есик, по сравнению с другими бассейнами.

Таблица  
 Основные характеристики горных и предгорных частей бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау

Название реки	Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Годовой слой стока, мм	Площадь оледенения, км <sup>2</sup>	Сумма площадей крупных ледников, км <sup>2</sup>	Площадь конуса выноса, км <sup>2</sup>	Объем конуса выноса, км <sup>3</sup>
Каракастек	212	221	-	-	52,9	0,81
Узункаргалы	388	320	12,3	11,5	124,6	4,93
Чемолган	139	292	2,1	1,0	12,2	0,48
Каскелен	300	436	12,3	10,4	25,1	2,93
Аксай	124	617	15,6	14,5	39,6	2,27
Б. Алматинка	256	558	31,5	27,6	71,6	7,58
М. Алматинка	107	614	11,4	9,4	41,5	2,55
Талгар	444	742	117,1	110,5	175,9	10,3
Есик	293	609	53,0	49,4	162,0	18,0
Тургень	583	363	39,5	36,8	176,0	11,4

История развития северного склона Заилийского Алатау, где сели являются основным механизмом переноса наносов из верхнего яруса накопления (высокогорной зоны) на средний ярус накопления - конусы выноса, расположенные на предгорной равнине, свидетельствует о том, что селевая активность в антропогене резко изменялась. Своего максимума она достигла, скорее всего, в росс-вюрмское межледниковье и была практически нулевой в периоды оледенений.

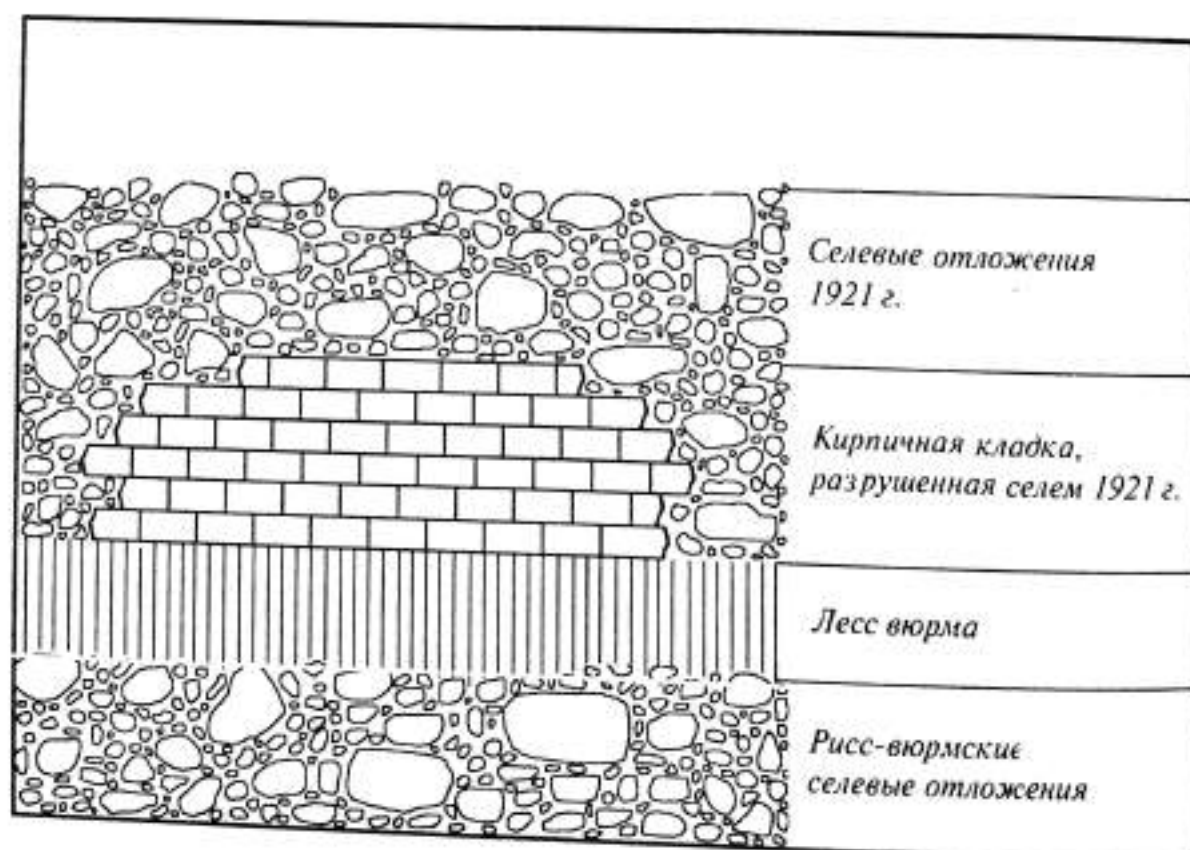
Затухание селевой деятельности в ледниковые периоды связано со значительным сокращением площадей водосборов, на которых ливневые осадки выпадают в жидком виде, и уменьшением энергии рельефа, так как вся высокогорная зона, покрытая снегом и льдом, не могла быть областью зарождения и развития селей. Значительно уменьшались в этот период времени и потенциальные возможности геологического фактора - мощность рыхлообломочных пород в средне- и низкогорной зонах существенно меньше, чем в высокогорной зоне.

Вынос наносов на конусы выноса настолько уменьшался, что за десятки тысяч лет, приходящиеся на ледниковые периоды, селевые русла на конусах выноса не успевали полностью заполняться аллювием. Если бы заполнение русла происходило, то пролювиальный механизм формирования конуса выноса сменялся на аллювиальный, что неизбежно привело бы к уничтожению лессового покрова. Доказательством этому является накопление мощных толщ лесса на конусах выноса. В ледниковые периоды лессом перекрывалось и межконусное пространство вдоль всего хребта, а также верхняя предгорная ступень.

Для оценки селевой активности по данным об объемах конусов выноса необходимы сведения о времени накопления наносов. Для оценки средней селевой активности в межледниковые периоды в качестве временных реперов могут служить фрагменты лессовых отложений, формировавшихся на поверхности конусов выноса Заилийского Алатау в периоды оледенений. Так, в отложениях конуса выноса р. Аксай, вскрытых карьерами, хорошо прослеживаются два горизонта лессовых отложений: ресса и вюрма. На остатках лесса вюрма находятся маломощные отложения голоцена (0,5-1,5 м). Сравнение мощностей селевых отложений росс-вюрмского межледниковья и голоцена, отличающихся в десятки раз, позволило сделать вывод о том, что максимума селевая активность достигала в периоды, когда во всех

высотных зонах хребта ливневые осадки выпадали в виде дождей. Это происходило, когда глобальная температура воздуха превышала современную, как минимум, на 2-3 °С. Такое потепление в рисс-вюрмском межледниковье в Антарктиде длилось около 3300 лет. Средняя селевая активность в рисс-вюрмском межледниковье превышала среднюю селевую активность в голоцене почти в 100 раз.

Селевая активность за историческое время рассчитывается по данным о мощности отложений с использованием различных методов определения возраста отложений, в том числе и с помощью археологических находок. Насколько информативными могут быть такие определения, можно показать на примере обнажения в котловане, расположенном восточнее пересечения улиц Райымбека и Пушкина (рис.). Под слоем селевых отложений мощностью 0,5-0,7 м сохранились остатки кирпичной кладки, лежащей на лессовом основании. Мощность лесса составляла 0,6-0,8 м, под лессом залежали отложения селей, максимальные размеры частиц которых не превышали 150 мм.



*Рис. Обнажения в котловане, расположенном восточнее пересечения улиц Райымбека и Пушкина.*

То обстоятельство, что кирпичная кладка состояла из отожженных кирпичей (кирпичи имели форму и размеры, близкие к современным

стандартам), позволяет с большой степенью достоверности утверждать, что ее возраст не превышает возраст военного поста Верного, заложенного в 1854 г. на месте разрушенного набегами поселения Алматы. Однородный состав селевых отложений, лежащих на кирпичной кладке, в частности, отсутствие каких-либо признаков слоистости, свидетельствует о том, что это - отложения селя 1921 г.

Незначительные селевые отложения на поверхности лесса вюрма, подтвержденные данными обследования конусов выноса рек Большая и Малая Алматинки (около 100 точек определения) [6], позволили сделать вывод о низкой селевой активности Заилийского Алатау в голоцене.

Исследования, выполненные КазНИИМОСК в 1998-1999 гг., показали, что потепление глобального климата на 2-3 °С приведет к резкой активизации селевой деятельности в южных и юго-восточных районах Республики Казахстан [4]. Объемы наносов, выносимых на предгорную равнину селями из высокогорной зоны, возрастут в 21 веке в 50-100 раз по сравнению с таковыми, имевшими место в 20 веке.

В первой фазе потепления, когда глобальная температура увеличится на 1-1,5 °С можно ожидать увеличения селевой активности за счет селей гляциального генезиса, а при дальнейшем потеплении - селей дождевого генезиса. Увеличение селевой активности гляциального генезиса будет происходить в результате возрастания числа водоемов моренно-ледниковых комплексов, обусловленного распадом ледниковых систем, что уже наблюдается в настоящее время [2], а также более быстрого развития водоемов.

Активизация селей дождевого генезиса произойдет в результате выпадения ливневых осадков в виде дождей в высокогорной зоне, т.е. там, где в настоящее время осадки выпадают в виде града, крупы и снега, смещения максимума осадков на большие высоты, увеличения площадей водосборов, обладающих большим коэффициентом стока, вовлечения в селеобразование увлажненных грунтов каменных глетчеров, морен и т.д.

Поскольку практически все наносы, сконцентрированные в вюрмских моренах, до настоящего времени находятся в высокогорной зоне, а геоморфологический фактор селеобразования имеет неограниченный потенциал, активизация селевой деятельности определяется только климатическим фактором.



Если оправдается прогноз потепления климата [4], а меры по адаптации к изменению климата не будут приняты, то селевая активность в районе Заилийского Алатау может возрасти в 50-100 раз по сравнению с таковой 20 века. В этом случае устойчивое развитие южных и юго-восточных районов РК станет невозможным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Ю.Б., Земс А.Э., Хонин Р.В. Селевой поток 15 июля 1973 г. на Малой Алматинке // Селевые потоки. - 1976. - № 1. - С. 60-73.
2. Глазырин Г.Е. Горные ледниковые системы, их структура и эволюция. - Л.: Гидрометеониздат, 1991. - 110 с.
3. Горбунов А.П., Северский Э.В. Селевая активность в Заилийском Алатау за последние 300 лет (на примере бассейнов р. Аксай, Малая и Большая Алматинки) / Материалы международной научно-практической конференции "Проблемы гидрометеорологии и экологии". - Алматы, 2001. - С. 40-43.
4. Оценка воздействий изменения климата и мер адаптации для прибрежной зоны Каспийского моря и горных районов Южного и Юго-Восточного Казахстана: Резюме для лиц, определяющих социально-экономическую и природоохранную политику - Алматы: Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата, 2000. - 49 с.
5. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. - М.: Изд-во МГУ, 1996. - 45 с.
6. Яфязова Р.К. Новый способ оценки селевой активности (на примере северного склона Заилийского Алатау) / Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем. - Алматы, 2000. - С. 220-223.
7. Яфязова Р.К. Особенности механизмов формирования конусов выноса горных рек // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 2. - С. 175-187.
8. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - Алматы, 1998. - 21 с.
9. Jouzel, J., S. Lorius, J.R. Petit, N.I. Barkov, and V.M. Kotlyakov. 1994. Vostok isotopic temperature record. pp. 590-602. In T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Sepanski, and F.W. Stoss (eds.), Trends'93: A Compendium of Data on Global Change. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.

Казахский научно-исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата

## **ШЫҒУ КОНУСЫНЫҢ КӨЛЕМІ СЕЛ БЕЛСЕНДІЛІГІНІҢ КӨРСЕТКІШІ РЕТІНДЕ**

Геогр. ғылымд. канд. Р.К. Яфязова

*Ақсай өз. шығу конусының мысалында антропогендегі сел белсенділігінің өзгерісі қарастырылған. Іле Алатауының теріскейіндегі өзендердің шығу конустарының көлемі олардың алабындағы интегралды сел белсенділігі туралы ұғым беретіндігі және антропоген барысындағы сел белсенділігінің үнемі қатты өзгеріп отырғандығы туралы қорытынды жасалған.*