

УДК 551.583.7:551.435.2(574)

**О ВЛИЯНИИ СЕЛЕФОРМИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ОБЪЕМЫ
КОНУСОВ ВЫНОСА**

Доктор геогр. наук

Б.С. Степанов

Канд. геогр. наук

Р.К. Яфязова

Рассмотрены факторы, определяющие объемы селевых конусов выноса. Показано, что главная роль в формировании наносов верхнего яруса накопления принадлежит экзарации, а скорость выноса наносов определяется климатом.

Узкие полосы предгорных равнин, примыкающие к горным хребтам на юге Казахстана, наиболее благоприятны для жизни и хозяйственной деятельности человека. В своем большинстве они представляют собой шлейфы, образованные в результате слияния конусов выноса, замыкающих горные долины. Формирование рельефа Заилийского Алатау и прилегающей к нему территории, скорее всего, длилось несколько миллионов лет, однако упомянутые конусы выноса образованы в основном отложениями плейстоцена [8]. Конусы выноса являются средним ярусом накопления наносов, переносимых селевыми и водными потоками из верхнего яруса накопления.

Основной объем наносов, концентрирующихся в верхнем ярусе накопления, представлен моренами. В бассейнах рек, где неотектонические процессы проявлялись особенно сильно, важная роль в формировании наносов принадлежит обвалам (Большая Алматинка, Иссык, Аксай) и осыпям (Иссык). Мощным поставщиком рыхлообломочного материала и влаги могут быть каменные глетчеры. Незначительные по объему и расходу сели, образующиеся в высокогорной зоне в результате выпадения жидких осадков, таяния снега и льда, прорыва небольших емкостей моренно-ледниковых комплексов отлагаются также в верхнем ярусе накопления. Менее значительная роль в формировании наносов верхнего яруса накопления принадлежит оползням, делювиальным и флювиогляциальным отложениям (рис. 1).

Основным механизмом переноса наносов из верхнего яруса накопления на средний ярус являются сели, вызываемые прорывом емкостей моренно-ледниковых комплексов, а также выпадением ливневых дождей в высот-

ной зоне 3000-3500 м. Значительно более редкими, но грандиозными по масштабам сели могут быть вызваны прорывом завальных озер [3].

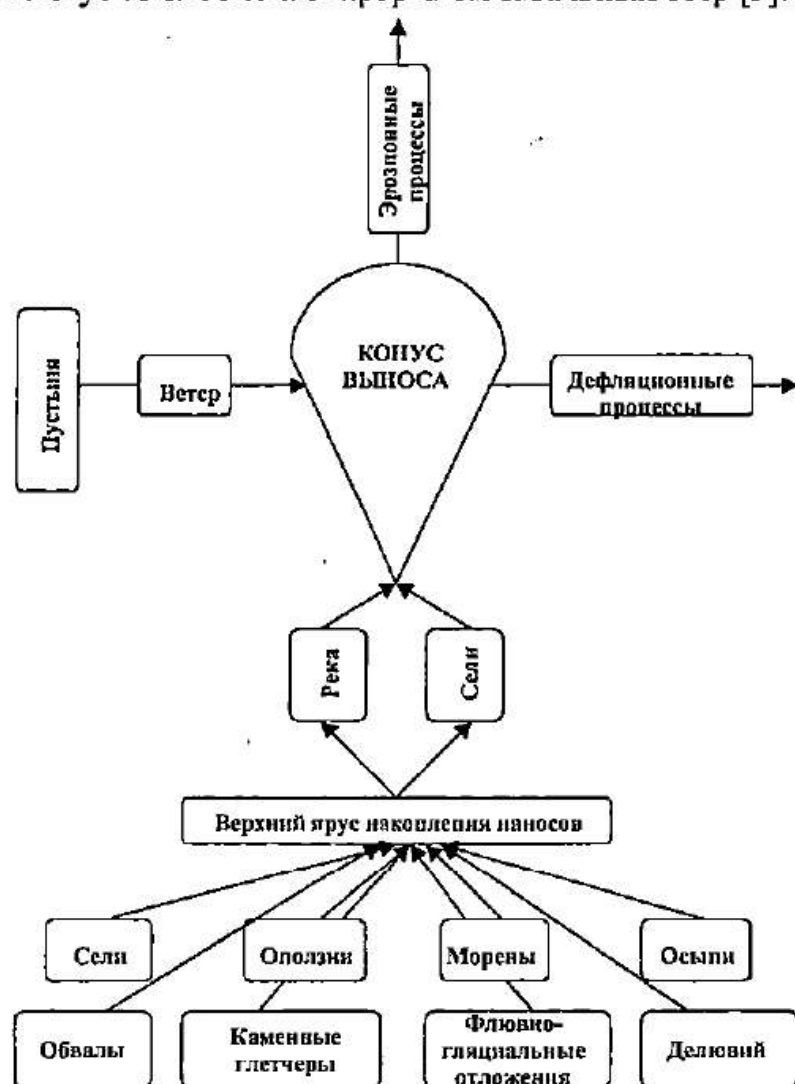


Рис. 1. Схема накопления и переноса наносов из верхнего яруса накопления на средний ярус.

Результаты исследований, выполненных в КазНИИМОСК, свидетельствуют о том, что вынос наносов на конусы выноса происходит в основном в межледниковые периоды, но аномальное увеличение твердого стока в ледниковые периоды может иметь место после мощных сейсмических явлений [7].

Напротив, активизация накопления эоловых отложений происходит в ледниковые периоды. Мощность лессового покрова к началу межледниковья может достигать нескольких десятков метров. Так, мощность лессов, образовавшихся в период вюрмского оледенения и перекрывающих в настоящее время отложения рисс-вюрмского межледниковья в восточной части конуса выноса р. Узункаргалы, даже в

настоящее время превышает 20 м. На территории г. Алматы мощность лессового чехла изменяется в пределах от 0 до 10 м (местоположение здания КазНИИМОСК), не исключено, что мощность лессов на конусе выноса р. Малая Алматинка где-то и превышает последнее значение.

Однако, как показало изучение строения конуса выноса р. Аксай [2], доля лесса в общем объеме конуса выноса невелика и является величиной переменной во времени. К концу периода накопления лессов их доля в общем объеме конуса выноса может достигать первых десятков процентов. В ходе глобальных потеплений, вызывающих активизацию селевых явлений, происходит разрушение лессового покрова и вынос лессовидных пород за пределы конусов выноса. Оставшиеся фрагменты лессового покрова могут войти в состав конуса выноса лишь в том случае, если они перекрываются селевыми отложениями и в дальнейшем не подвергаются размыву водными потоками или не вовлекаются в состав движущейся селевой смеси. Как правило, мощность лессовых останцев не превышает 1-2 м.

Известно, что для формирования селей необходимо, кроме наличия рыхлообломочных пород, чтобы характеристики основных факторов селеобразования превышали критические значения. Основным лимитирующим фактором селеобразования на северном склоне Заилийского Алатау является водный фактор. Емкости в моренно-ледниковых комплексах, прорыв которых приводит к формированию селей, способных отложиться на конусах выноса, образуются и заполняются водой в периоды отступления ледников. Ливни, приводящие к формированию катастрофических селей дождевого генезиса, в условиях климата 20 века имели место один раз в 50-100 лет [6]. При потеплении климата на 2-3 °С осадки, необходимые для зарождения селей в стартовых зонах, станут обыденным явлением и, как следствие, катастрофические сели в бассейнах основных рек северного склона Заилийского Алатау будут формироваться ежегодно и, быть может, не один раз. Именно поэтому в период ринс-виурмского межледниковья за короткий промежуток времени, не превышающий, скорее всего, 100 лет, только на конусе выноса р. Малая Алматинка отложилось около 1 млрд м³ селевой смеси. В то время как за весь голоцен объем отложений на конусе выноса не превысил 3 млн. м³.

Хребет Заилийский Алатау настолько велик, что вынос даже нескольких десятков кубических километров рыхлообломочных пород из речных бассейнов северного склона мало отражается на энергии его

рельефа. Следовательно, лимитирующими факторами селеобразования могут быть климатический (температура, осадки), либо геологический (наличие наносов, способных инициировать и принять участие в образовании селевых потоков).

Наличие значительных по объему остатков морен рисского оледенения в Заилийском Алатау позволяет сделать вывод о том, что затухание и прекращение селевой деятельности в рисс-вюрмском межледниковье были обусловлены климатическими особенностями описываемого периода плейстоцена, или истощением запасов рыхлообломочных пород в стартовых зонах селей дождевого генезиса. Если причиной затухания селей было изменение климатических условий, то увеличение продолжительности периода благоприятного для селеформирования могло привести практически к полному выносу наносов, накопившихся в верхнем ярусе накопления.

Чем же определяется, помимо временного фактора, количество наносов, накапливающихся в периоды оледенений в верхнем ярусе накопления? Анализ факторов, определяющих скорость геологических процессов на северном склоне Заилийского Алатау, оценка скорости речной, ветровой и ледниковой эрозии, склоновых процессов, сравнение полученных данных с данными, имеющимися по другим районам Земли [1] позволяют утверждать, что решающая роль в формировании наносов верхнего яруса накопления принадлежит экзарации, а также всем тем процессам, активное участие в которых принимают перепады температур, снег и лед в горах. Обобщающей характеристикой перечисленных процессов, по нашему мнению, может служить площадь оледенения. Если это предположение верно, должна наблюдаться достаточно тесная связь между площадью оледенения бассейна и объемом конуса выноса, образованного отложениями селей данного бассейна.

При выявлении этой связи необходимо учитывать следующее:

- подавляющая часть объема наносов, накопившихся в верхнем ярусе накопления в период вюрмского оледенения и в голоцене до настоящего времени на конусы выноса не выносились;

- конусы выноса в западной части хребта, формировавшиеся в нижнем плейстоцене, в ходе образования верхней предгорной ступени оказались поднятыми на высоту до 1000 м;

- объем конусов выноса, замыкающих в настоящее время горные долины западной части хребта, представлен в основном отложениями среднего плейстоцена;

- на конусах выноса суммарный объем отложений гюнц-миндельского и миндель-рисского межледниковий близок по величине к объему отложений рисс-вюрмского межледниковья;

- долины рек Каскелен, Чемолган и Узункаргалы в результате образования верхней предгорной ступени приобрели антецедентные участки, в результате чего переотложение наносов из конусов выноса, образовавшихся в нижнем плейстоцене, на конусы выноса, образовавшиеся в рисс-вюрмском межледниковье, уменьшилось.

Изучение следов рисского оледенения на северном склоне Заилийского Алатау позволило оценить масштабы этого оледенения [4], а определение объемов конусов выноса стало возможным в результате исследований механизмов формирования конусов аллювиальными и пролювиальными отложениями [9, 10]. Под пролювиальными отложениями в данном случае подразумеваются селевые отложения, обладавшие ярко выраженными пластическими свойствами [5].

На рис. 2 приведены данные, позволяющие, в первом приближении, оценить связь объемов конусов выноса основных рек северного склона Заилийского Алатау с площадями соответствующих бассейнов рек и площадями оледенений этих бассейнов в период рисского оледенения.

Нетрудно видеть, что теснота связи объемов конусов выноса и площадей рисского оледенения (рис. 2б) превышает таковую объемов конусов выноса и площадей речных бассейнов (рис. 2а). Объясняется это тем, что рыхлообломочный материал, накопившийся в верхнем ярусе в период рисского оледенения в ходе селевых процессов, переотложился на средний ярус, образовав конусы выноса в западной части хребта и увеличил их объемы в восточной части.

Хотя связь между площадями оледенений и объемами конусов выноса (рис. 2б) достаточно тесная, бросается в глаза резкое отклонение, от общей закономерности, положения точек, соответствующих конусам выноса рек Иссык, Чемолган и Каскелен. Наиболее просто можно объяснить малое значение объема конуса выноса р. Чемолган. Во-первых, именно в бассейне р. Чемолган морены рисского оледенения сохранились лучше всего и, следовательно, значительный объем наносов верхнего яруса накопления рисского возраста все еще не вынесен селями на конус выноса и находится в высотном интервале 2000-2500 м. Во-вторых, судя по-всему, в период рисского оледенения современная долина р. Чемолган еще не существовала, а сток вод происходил по долине р. Шубарай. И лишь в ходе дегляциации

произошло изменение направления русла, сформировалась антецедентная долина, началось образование современного конуса выноса [8].

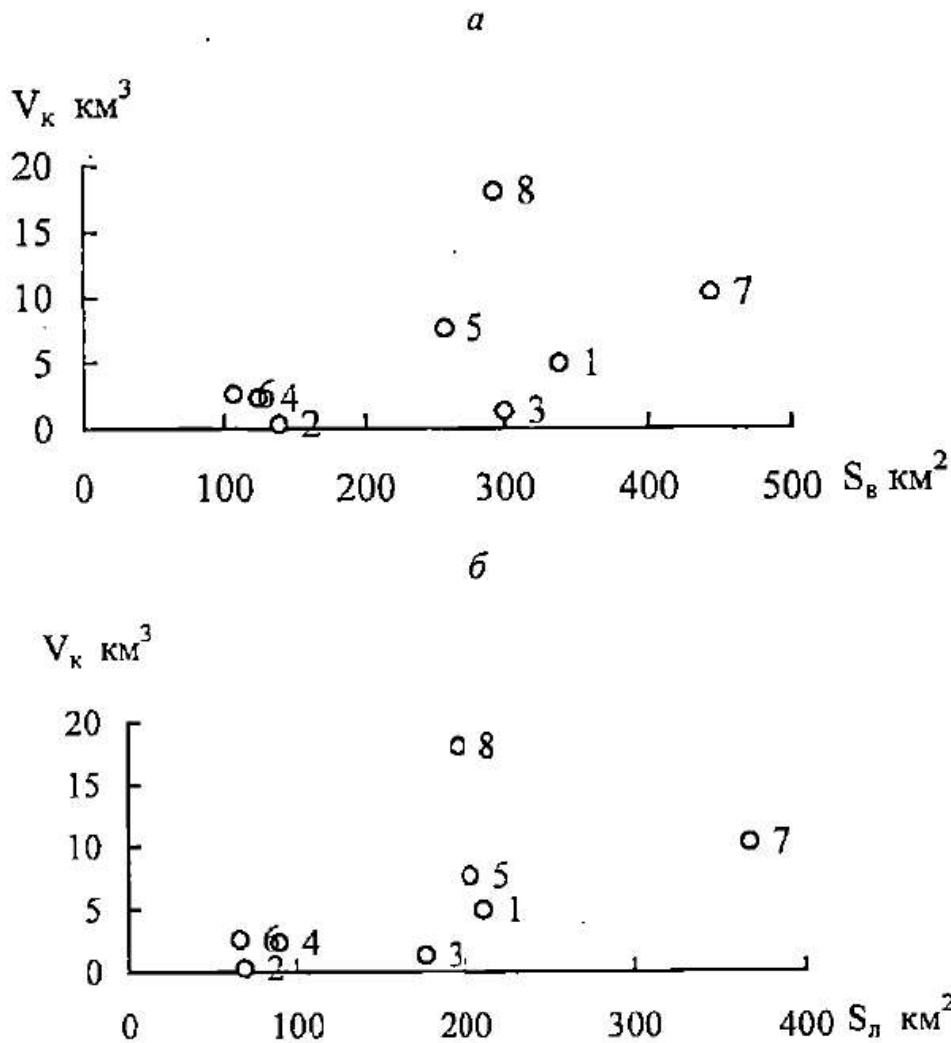


Рис.2. Зависимость объемов конусов выноса от площади водосбора (а) и площади оледенения в риссе (б). 1-Узункаргалы; 2-Чемолган; 3-Каскелен; 4-Аксай; 5-Большая Алматинка; 6-Малая Алматинка; 7-Талгар; 8-Иссык.

Сложнее найти объяснение значительному превышению объема конуса выноса р. Иссык над значением, вытекающим из общей закономерности. Наиболее достоверной представляется следующая гипотеза. Известно, что скорость экзарации определяется не только характеристиками ледника, морфометрическими характеристиками его ложа, но и минералогическим составом и прочностными характеристиками слагающих его горных пород. Прочность горных пород в значительной мере определяется тектоническим строением речных бассейнов. Логичным представляется поставить зависимость прочности горных пород от суммарной длины тектонических разломов, приходящихся на единицу площади речных бассейнов (коэффициент "трещиноватости").

Определение коэффициента «трещиноватости» для различных бассейнов рек Заилийского Алатау проводилось на основе данных о тектонических разломах, приведенных в «Схеме новейшей тектоники Алма-Атинского сейсмоактивного района», составленной Н.М. Чабдаровым. Значения упомянутых коэффициентов приведены в табл.

Таблица

Коэффициенты «трещиноватости» бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау

Бассейн реки	Коэффициент «трещиноватости»
Иссык	0,063
Талгар	0,036
Малая Алматинка	0,037
Большая Алматинка	0,031
Аксай	0,032
Каскелен	0,02
Чемолган	0,039
Узункаргалы	0,028

Сопоставляя данные, приведенные на рис. 2б и в табл., нетрудно видеть, что практически двукратное превышение объема конуса выноса р. Иссык относительно значения, предписываемого общей закономерностью, хорошо согласуется со значением коэффициента «трещиноватости» для бассейна этой реки. То же можно сказать и об объеме конуса выноса р. Каскелен. Его малое значение хорошо согласуется с относительно слабым проявлением тектоники Заилийского Алатау на территории бассейна р. Каскелен.

Связь площадей рисского оледенения в бассейнах рек северного склона Заилийского Алатау с объемами их конусов выноса, приведенных условно к единой геолого-геоморфологической ситуации, характеризует рис. 3. Тесная связь площадей оледенения рисса с объемами конусов выноса очевидна, коэффициент корреляции $r = 0,86$.

Как отмечалось выше, конусы выноса сложены преимущественно отложениями нижнего и среднего плейстоцена. Селевая деятельность в голоцене привела к эрозионному разрушению верхней трети конусов выноса и отложению и переотложению селевых масс в средних и нижних частях конусов. При непринятии превентивных мер дальнейшее отложение селей на конусах выноса в ходе глобального потепления приведет к увеличению размеров конусов выноса. Следствием этого станет разрушение оставшегося лессо-

вого покрова и вынос его за пределы конусов выноса. Следует ожидать и активизации процессов рельефообразования в междуречьях.

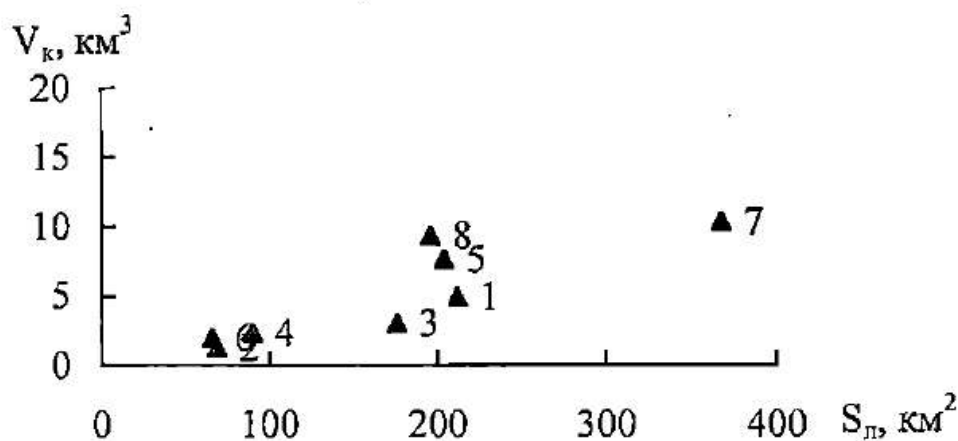


Рис.3. Зависимость объемов конусов выноса от площади оледенения в риссе с учетом разрушенности морен и особенностей тектоники. 1 - Узункаргалы; 2 - Чемолган; 3 - Каскелен; 4 - Аксай; 5 - Большая Алматинка; 6 - Малая Алматинка; 7 - Талгар; 8 - Иссык.

Залповый выброс десятков кубических километров наносов на предгорную равнину коренным образом изменит режим твердого стока рек, впадающих в р. Или. Наносы рек, впадающих в Капчагайское водохранилище, приведут к его заилению, а рек, впадающих в р. Или ниже Капчагайской плотины, - к значительному росту дельты р. Или, что не может не отразиться на режиме оз. Балхаш.

Таким образом, своевременное проведение мероприятий по предотвращению или значительному уменьшению селевой деятельности в условиях глобального потепления становится жизненно важным не только для горных и предгорных районов Заилийского Алатау, но и всего Или-Балхашского региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кукал З. Скорость геологических процессов. - М.: Мир, 1987. - 246 с.
2. 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.

3. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. О катастрофических явлениях в голоцене в бассейне реки Большая Алматинка // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 4. - С. 154-165.
4. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Оледенения Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2000. - № 3-4. - С. 100-108.
5. Степанов Б.С., Степанова Т.С. Механика селей. - М.: Гидрометеиздат, 1991. - 379 с.
6. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Механизмы, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2001. - № 1-2. - С. 74-81.
7. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Свершившиеся и потенциальные постсейсмические катастрофы на Северном Тянь-Шане (Тезисы докладов второго Казахстанско-Японского семинара по предотвращению последствий разрушительных землетрясений). - Алматы, 23-25 сентября 2002 г. - С. 28-29.
8. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. К формированию рельефа северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2002. - № 2. - С. 100-113.
9. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - Алматы, 1998. - 21 с.
10. Яфязова Р.К. Особенности механизмов формирования конусов выноса горных рек // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 2. - С. 175-187.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

СЕЛ ТУЫНДАТУШЫ ФАКТОРЛАДЫҢ ЫСЫРЫНДЫ КОНУСЫ КӨЛЕМІНЕ ӘСЕРІ

Геогр.ғылымд. докторы Б.С. Степанов
Геогр.ғылымд. канд. Р.К. Яфязова

Селдің ысырынды конустары көлемін анықтаушы факторлар қарастырылған. Жоғарғы деңгейдегі жиналатын қоқыстардың пайда болуында басты рөлді экзарация атқаратындығы, ал қоқыстардың ысырылу жылдамдығының климатқа байланыстылығы көрсетілген.