

УДК 551.311.8:551.524.73

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И СЕЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ. ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ

Канд. геогр. наук

Р.К. Яфязова

Рассмотрено влияние изменения климата на факторы селе-формирования, дана оценка их уязвимости. Предложены пути адаптации, позволяющие с минимальными затратами предотвратить катастрофические последствия глобального потепления.

Изучение истории формирования и строения конусов выноса основных рек северного склона Заилийского Алатау, расположенных на предгорной равнине, позволило сделать выводы, имеющие большое значение для оптимизации хозяйственной деятельности в горной и предгорной зонах в условиях изменения глобального климата. Важнейшими из них являются:

- более 90 % объема конусов выноса представляют собой отложения селевых потоков;
- селевая активность в значительной степени определяется климатом [8, 11, 12].

Накопление наносов в высокогорной зоне происходит в периоды оледенений, длящиеся десятки и даже сотни тысяч лет, а их вынос на предгорную равнину с помощью селей – в межледниковья за относительно короткие промежутки времени, составляющие сотни, а возможно даже десятки лет. Максимумы селевой активности приходились на периоды, когда глобальная температура воздуха превышала современную лишь на 2-3 °С. Так, в рисс-вюрмском межледниковье, за период времени, не превышающий 3 000 лет, на конусе выноса р. Малая Алматинка отложилось более 1 млрд. м³ наносов, в то время как за 10 000 лет голоцена объем селевых выносов не превысил 3 млн. м³. Это обстоятельство необходимо учитывать при разработке стратегии борьбы с эрозией и селевыми явлениями в условиях глобального потепления.

Согласно инструментальным наблюдениям за последние 30-60 лет средняя годовая температура воздуха повышалась на 0,1-0,3 °С каждые

10 лет. В соответствии с разработанными сценариями изменения климата в период до 2050-2070 гг. в горных районах Южного и Юго-Восточного Казахстана ожидается более значительное повышение температуры воздуха, чем наблюдалось в 20 веке. Прогнозируемое повышение температуры воздуха лежит в пределах от 3,6 до 7,2 °С [5].

Такое повышение температуры приведет к коренной перестройке ландшафтов Заилийского Алатау. В ходе изменения глобального климата упомянутые ландшафты подвергались радикальной трансформации [7]. На рис. 1А приведена гипотетическая ландшафтная схема бассейна р. Малая Алматинка, соответствующая максимуму рискового оледенения, а на рис. 1В -- соответствующая климату 20 века. Нетрудно видеть, что скально-ледниковый ландшафт в период рискового оледенения стал в горной зоне преобладающим, альпийские низкотравные луга не только разместились на площади, занимаемой ныне темнохвойными лесами и редколесьем, но и частично на площади, которую в современном климате занимают высокотравные луга. Горные темнохвойные леса и редколесья, если увлажнение было достаточным, могли произрастать на конусах выноса. В соответствии с перемещением флоры мигрировала и фауна.

Описываемый ледниковый период характеризовался затуханием эрозии в средне- и низкогорной зонах и активной аккумуляцией наносов в высокогорье, где происходило формирование морен. В низкогорной зоне и на конусах выноса накапливался лесс.

Глобальное потепление климата в росс-виюрмском межледниковье создало благоприятные условия для формирования селей дождевого генезиса, так как вероятность выпадения ливневых осадков в жидком виде в высокогорной зоне значительно возросла, что привело к увеличению повторяемости и масштабов селевых явлений. Селевая активность в росс-виюрмском межледниковье настолько возросла, что за относительно короткий промежуток времени в некоторых бассейнах рыхлообломочный материал рисских морен был вынесен селями на конусы выноса, расположенные на предгорной равнине.

Теплый климат росс-виюрмского межледниковья привел к радикальной трансформации ландшафтов северного склона Заилийского Алатау (рис. 1С). Скально-ледниковое высокогорье занимало тогда менее 10 % от общей площади бассейна. Оледенение сохранилось, как максимум, в виде висячих ледников на северных склонах наиболее высоких вершин хребта.

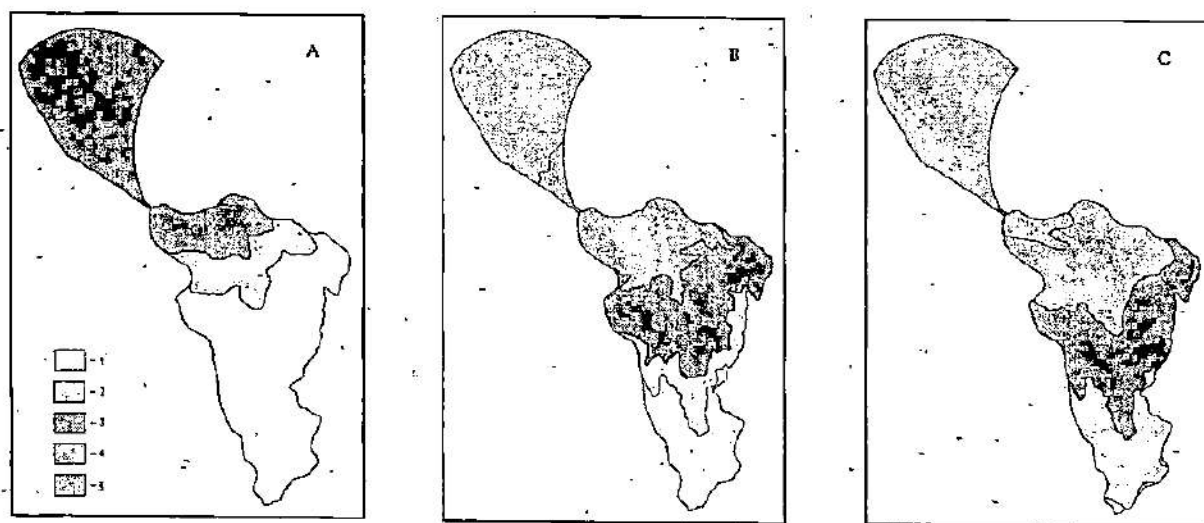


Рис. 1. Схемы расположения типов ландшафтов в бассейне р. Малая Алматинка. А - в период рисского оледенения; В - в современный период; С - в условиях глобального потепления климата (рисс-вюрмское межледниковье, ожидаемое потепление глобального климата). 1-скально-ледниковый; 2-альпийские луга; 3-темнохвойные леса и редколесья; 4-высокотравные луга; 5-полюнно-злаковые полупустыни.

Подавляющая площадь современного долинного оледенения была занята альпийскими низкотравными лугами; территории, занятые современными альпийскими лугами поросли темнохвойными лесами. Высокотравные луга заняли площади в высотном интервале 1400-2200 м. В период межледниковья вслед за отступлением ледников "втягивалась" в горы и фауна.

Большая часть верхней предгорной ступени оказалась в пустынной и полупустынной зонах. Лессовый покров, лишившийся защитного растительного покрова, не мог противостоять эрозионным процессам. В результате на предгорную равнину селями были вынесены миллиарды кубических метров наносов, заполнивших пространство между конусами выноса основных рек. Таким образом, в высотной зоне 1000-2000 м сформировался рельеф междуречий Заилийского Алатау.

Вюрмское оледенение вновь привело к изменению предшествующих ландшафтов, хотя и не столь значительному, как это было в период рисского оледенения. Судя по данным об изменении климата в вюрме [3], температура в течение относительно коротких промежутков времени (тысячи лет) многократно изменялась на несколько градусов. Это не могло не приводить к соответственному изменению высотного положения ландшафтов северного склона Заилийского Алатау. Однако потепления, имевшие место в вюрме, были недостаточны для активизации селевых процессов.

Потепление климата в голоцене привело к отступанию ледников хребта и, по завершении климатического оптимума голоцена, горные ландшафты стабилизировались в состоянии, типичном для 20 века. Несмотря на некоторую активизацию селевой деятельности, объем выноса наносов на предгорную равнину в голоцене, как отмечалось выше, не превысил 1% объема наносов, вынесенных в рисс-вюрмское межледниковье.

Ландшафты северного склона Заилийского Алатау прошли сложный путь развития в прошлом, продолжают развиваться сейчас и не останутся неизменными в будущем. Известно, что наиболее важными факторами, определяющими современные ландшафты, являются климатический, тектонический, биогенный и антропогенный. В предстоящие десятилетия главенствующую роль, скорее всего, будут играть антропогенный и климатический факторы.

При повышении летней температуры в районе Заилийского Алатау на 2-3 °С селевая активность возрастет в несколько раз. Увеличатся повторяемость и масштабы селей как гляциального, так и дождевого генези-

сов. Главную опасность будут представлять сели дождевого генезиса. В ходе потепления стартовые зоны селей дождевого генезиса окажутся в области выпадения ливневых осадков в жидкой фазе. Если в 20 веке подобная ситуация, как результат благоприятного сочетания метеорологических элементов, имела место один раз в 50-70 лет, то в 21 веке мощные сели будут формироваться в долинах Заилийского Алатау ежегодно. Реализуемая в настоящее время стратегия борьбы с селями, в основу которой положено строительство селезадерживающих плотин, в новой ситуации станет не только неэффективной, но даже опасной. Заполнившиеся селехранилища могут превратиться в очаги селеформирования. Альтернативой современной стратегии защиты должны стать превентивные мероприятия по предотвращению или снижению масштабов селевых явлений [9]. В качестве превентивной меры борьбы с селями дождевого генезиса, зарождающимися в высокогорной зоне, предлагается создание "окон разгрузки". Эти окна вскрывают каналы стока, препятствуя увеличению в них давления. Подземный сток переводится в поверхностный, чем предотвращается обводнение массивов [10].

Селевая активность в средне- и низкогорной зонах Заилийского Алатау в голоцене была до настоящего времени столь незначительна, что борьба с формирующимися здесь селями практически не нашла отражения в генеральной схеме борьбы с селевыми явлениями, разработанной в середине 70-х годов 20 века. Как показали результаты исследований, усиление селевой активности, в ходе глобального потепления, произойдет из-за того, что средне- и низкогорье окажутся в зоне полупустыни. Лессовый покров лишится естественной защиты от эрозионных процессов, как это уже имело место в ресс-виормском межледниковье, когда сформировался рельеф верхней предгорной ступени.

Верхняя предгорная ступень северного склона Заилийского Алатау образовалась в среднем плейстоцене в результате тектонического поднятия части предгорной равнины, на которой располагались конусы выноса основных горных рек [2]. Ширина и амплитуда поднятия различны, наибольших значений они достигают на западе хребта в бассейнах рек Каскелен, Чемолган и Узункаргалы; ширина зоны поднятия превышает 20 км, а высота достигает 1000 м (плато Ушконур). Образование верхней предгорной ступени привело к тому, что у ее подножия начали формироваться новые конусы выноса. Материалом для их образования служили как нано-

сы, выносимые из высокогорной зоны, так и отложения, слагавшие верхнюю предгорную ступень. В период вюрмского оледенения конусы выноса, в том числе образовавшиеся в рисс-вюрмское межледниковье, были перекрыты лессами.

Лессовый покров на поверхности верхней предгорной ступени – основа сохранности верхней предгорной ступени от эрозионных процессов при выпадении ливней. Исчезновение лессового покрова превратит верхнюю предгорную ступень в бедленд – арену формирования селей дождевого генезиса в течение всего теплого периода года. Масштабы селевых явлений при этом настолько возрастут, что станут угрозой нормальной хозяйственной деятельности на предгорной равнине, примыкающей к верхней предгорной ступени.

Значительная часть верхней предгорной ступени освоена под сады, огороды и т.д. Это освоение носит бессистемный характер: без должного обоснования сооружаются дороги, оросительные системы, осуществляется бесконтрольный полив садово-огородных культур. Рельеф верхней предгорной ступени образовался в условиях недостаточного, по сравнению с антропогенной нагрузкой, увлажнения. Следствием этого является резкое увеличение повторяемости и масштабов оползневых явлений, трансформирующихся в сели.

В последние годы, в условиях относительно спокойной сейсмической обстановки, небольшие по размерам антропогенные сели привели к гибели людей. Даже 6-7 балльные землетрясения, как это наблюдалось в аналогичной ситуации в Таджикистане, могут привести к катастрофическим последствиям [1]. В последнем десятилетии 20 века зарегистрированы десятки случаев формирования оползней на нижней и верхней предгорных ступенях северного склона Заилийского Алатау, трансформировавшихся в сели. Площади оползней обычно не превышали нескольких сотен квадратных метров, объемы – первых тысяч кубометров. На рис.2 показана ниша отрыва оползня, вызванного нарушением герметизации трубы водовода, имевшего место в бассейне р. Аксай, дачный массив “Горный садовод”. В результате разжижения грунта образовался грязевой поток, разрушивший дачное строение, при этом погибло 2 человека и один получил тяжелые травмы.

Опасения вызывают не столько единичные случаи оползания дачных участков, хотя сами по себе они могут вызывать невосполнимые по-

тери, сколько общее увлажнение лессовых массивов на площадях в тысячи гектаров, занимаемых дачными строениями, садами и огородами. Колебания, вызываемые 6-7 балльными землетрясениями, могут привести к нарушению устойчивости склонов, их оползанию и трансформации в сели с объемами в миллионы кубических метров и расходами сотни кубических метров в секунду, способные к продвижению на многие километры по густонаселенной предгорной равнине.

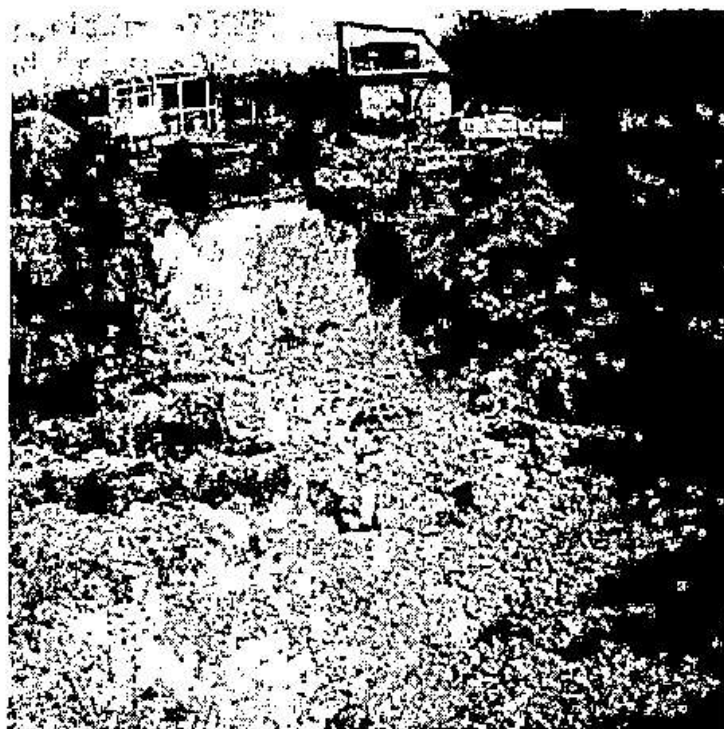


Рис.2. Оползень, трансформировавшийся в селевой поток (фото А.Х. Хайдарова).

Лессовый покров на нижней и верхней предгорной ступенях незначителен по мощности. При оползании лессового покрова верхней предгорной ступени будут вскрыты валунно-галечные отложения селей нижнечетвертичного периода. Эти отложения, как показывают наблюдения, неблагоприятны для жизни растительности, вследствие чего низкорослая зона может превратиться в сплошной очаг рассредоточенного селеобразования дождевого генезиса. Селевые выносы превратят наиболее плодородную часть равнины, прилегающую к предгорным ступеням, в безжизненную область.

Результаты анализа потенциальных селевых катастроф, степень которых может регулироваться человеком, показывают, что в ближайшее десятилетие наибольшую угрозу представят прорывы моренных озер и оползни лессового пояса северного склона Заилийского Алатау. При потеплении на 2-3 °С главную опасность будут представлять сели дождевого генезиса. Для оценки состояния лессового покрова в условиях антропо-

генной нагрузки в 1998 г. был произведен отбор проб на влажность почвогрунтов низкогорной зоны Заилийского Алатау в интервале глубин 0,2-3,0 м. Выяснилось, что наибольшей влажностью обладает лесс склонов северной экспозиции, причем влажность увеличивается с глубиной, по крайней мере до 3,0 м. В некоторых скважинах грунты на глубине 3,0 м близки к границе текучести, а в одной из скважин грунт практически достиг этой границы.

Изучение лессового массива показало, что в условиях интенсивных или продолжительных атмосферных осадков и искусственного орошения на дачных участках грунты в течение короткого промежутка времени (в 1998 г. - около месяца) способны достичь границы текучести, что в условиях относительно небольшого сейсмического воздействия может привести к массовому сходу оползней, как правило, трансформирующихся в селевые потоки. Глубина заложения поверхности скольжения оползней, вызываемых гидрометеорологическими факторами в лессовидных суглинках, согласно исследованию [6] не может превышать 5-7 м. Однако в условиях обводнения массива пород подземными напорными водами эта глубина может быть значительно больше, что приводит к увеличению масштабов оползневых процессов. Так, в 1887 г. объем оползней и селей, образовавшихся в результате Верненского землетрясения, на северном склоне Заилийского Алатау составил, по оценке И.В. Мушкетова, около 440 млн. м³ [4].

Если в ходе предполагаемого потепления произойдет существенное увеличение осадков, неизбежно аномальное увлажнение лессового покрова на верхней предгорной ступени. Это приведет к активизации сдвиговых явлений, трансформирующихся в селевые потоки. Даже при относительно небольших землетрясениях (6-7 баллов) будут формироваться селевые потоки, отложение которых будет происходить на предгорной равнине. Помимо большого ущерба, наносимого хозяйственной деятельности на верхней предгорной ступени, селевые явления могут исключить возможность эффективного использования предгорной равнины - зоны, наиболее благоприятной для хозяйственной деятельности в настоящее время.

При научно обоснованной хозяйственной деятельности ожидаемое потепление климата не приведет к существенной активизации селевой активности на верхней предгорной ступени даже при относительно неболь-

ших капиталовложениях в превентивные мероприятия. К наиболее эффективным превентивным мероприятиям следует отнести:

- совершенствование систем орошения и контроль за их функционированием;

- предотвращение аномального увлажнения и закрепление подвижного грунта путем насаждения древесных и кустарниковых растений, обладающих высокой степенью транспирации и мощно развитой корневой системой;

- защиту верхней предгорной ступени растительностью, обладающей способностью предохранять лессовый покров от эрозионных процессов в условиях потепления климата при дефиците увлажнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винниченко С.М., Лим В.В., Огнев Н.С. Вопросы рационального использования сейсмоактивных горноскладчатых территорий. Обзорная информация. - Душанбе, 1989. - 48 с.
2. Илийская долина, ее природа и ресурсы / Под ред. М.И. Ломоновича. - Алма-Ата: Изд-во Ан КазССР, 1963. - 341 с.
3. Котляков В.М., Лориус К. Глобальные изменения за последний ледниково-межледниковый цикл // Изв. АН СССР. Сер.геогр. - 1992. - № 1. - С. 5-22.
4. Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. - СПб., 1890. - 154 с. - (Тр. Геол. Комитета, Т. 10, Вып. 1).
5. 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.
6. Петрухина И.А. Пределы изменения прочности лессовых пород оползневых склонов горных и предгорных районов Узбекистана // Гидрогеология и инженерная геология аридной зоны СССР: Материалы Среднеазиатского совещания по вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. - Душанбе: Дониш, 1968. - Вып. 12. - С. 211-216.
7. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Климат и ландшафты центральной части северного склона Заилийского Алатау / Современные проблемы геоэкологии и созологии. - Алматы, 2001. - С. 138-142.

8. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. О роли климата в селевой активности северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 4. - С. 46-59.
9. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Радикальный пересмотр стратегии защиты от селей - необходимое условие устойчивого развития горных и предгорных районов Казахстана / Материалы международной научно-практической конференции "Проблемы гидрометеорологии и экологии". - Алматы, 2001. - С. 32-35.
10. 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.
11. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - Алматы, 1998. - 21 с.
12. Яфязова Р.К. Селевая активность в Заилийском Алатау в прошлом, настоящем и будущем // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. - Алматы: Ғылым, 1998. - С. 511-515.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ГЛОБАЛДЫ КЛИМАТ ЖЫЛЫНУЫ ЖӘНЕ СЕЛ БЕЛСЕНДІЛІГІ. АДАПТАЦИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Геогр. ғылымд. канд. Р.К. Яфязова

Климат өзгеруінің сел туындататын факторларға әсері қарастырылып, олардың осалдығына баға берілген. Глобалды жылындың апаттық салдарларына мейлінше кем шығынмен төтем беруге мүмкіндік беретін адаптация жолдары ұсынылған.