

УДК 624.131.551

ПАЛЕОПОСТСЕЙСМИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА НА СОВРЕМЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. АЛМАТЫ

Доктор геогр. наук Б.С. Степанов

Канд. геогр. наук Р.К. Яфязова

Приведены результаты изучения конусов выноса рек Малая и Большая Алматинки. Полученные данные позволили с большой степенью достоверности оценить возраст землетрясения, приведшего к образованию завалов в бассейнах рек Иссык и Большая Алматинка, а также резкому изменению режима твердого стока на северном склоне Заилийского Алатау в конце плейстоцена.

Современные тектонические движения не раз становились причиной крупных катастроф на северном склоне Заилийского Алатау и прилегающей к нему равнине. В верхнем плейстоцене и голоцене в этом районе происходили землетрясения с максимальной магнитудой не менее 8,2 [4]. Последними постсейсмическими катастрофическими явлениями, сформировавшиеся в результате Верненского землетрясения 1887 г., были обвалы, оползни и сели [2]. Не менее катастрофические последствия, судя по всему, имели место в результате землетрясения, приведшего к образованию завалов и завальных озер в бассейнах рек Иссык и Большая Алматинка. Следствием этого землетрясения было и резкое изменение режима твердого стока в верхнем плейстоцене на северном склоне Заилийского Алатау. Отложение больших объемов аллювия на конусах выноса, сложенных преимущественно селевыми отложениями [10], привело к изменению рельефа конусов и, как следствие, частичному и даже практически полному разрушению лессового покрова, образовавшегося в период вюрмского оледенения [9].

В работе [5] приведено гипотетическое описание событий, предшествовавших образованию Большого Алматинского озера в том виде, в каком оно существует в настоящее время. Из упомянутой работы следует, что в результате образования завала возникло Праозеро объемом 100...150 млн м³. Его прорыв сопровождался выносом большого объема рыхлообломочных пород (100...150 млн м³), располагавшихся в центральной части завала. Вынос 200...300 млн м³ водокаменной смеси дол-

жен был привести к существенному изменению строения конуса выноса р. Большая Алматинка по сравнению с конусами других рек северного склона Заилийского Алатау. Однако данных об этом, к моменту написания работы [5], не имелось. Различие в строении конусов выноса рек Большая и Малая Алматинки явилось бы мощным подкрепляющим фактом гипотезы образования Большого Алматинского озера. Это, а также надежда, что удастся уточнить возраст описываемых событий, и стимулировало изучение упомянутых конусов выноса.

Бассейны рек Большая и Малая Алматинки расположены в центральной части хребта Заилийский Алатау. Площадь бассейна р. Большая Алматинка (створ «вершина конуса выноса») близка к 280 км². Его основными частными бассейнами являются бассейны рек Озерная, Кумбель и Проходная. Средний годовой слой стока – 558 мм. Высотная отметка вершины конуса выноса – 1200 м, подошвы – 760 м, площадь – 71,6 км², объем – 7,58 км³, длина образующей конуса – 13 км, средний уклон – 33,8 ‰, густота речной сети – 0,19 км/км² [3, 10].

Площадь бассейна р. Малая Алматинка (створ «вершина конуса выноса») близка к 100 км², средний годовой слой стока (створ г. Алмата) – 614 мм. Высотная отметка вершины конуса выноса – 1200 м, подошвы – 760 м, площадь – 41,5 км², объем – 2,55 км³, длина образующей конуса выноса – 12 км, средний уклон – 36 ‰, густота речной сети – 0,31 км/км² [3, 10].

Конус выноса р. Большая Алматинка – самый западный из группы конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау, чье местоположение практически не изменялось на протяжении плейстоцена, и поэтому в его состав входят все наносы, вынесенные из бассейна как селями межледниковий, так и реками в ледниковые и межледниковые периоды. Основной объем отложений представлен селевыми отложениями [10].

Вершина конуса выноса р. Большая Алматинка примыкает к одноименной долине, которая на участке «устье р. Проходная – вершина конуса выноса» (длина участка ≈ 2,5 км) имеет ярко выраженную корытообразную форму. Крутые, высотой до 50 м, борта сформировались в аллювиально-пролювиальных отложениях верхней предгорной ступени. Поскольку ледники Заилийского Алатау не опускались до таких высотных отметок [7], с высокой степенью достоверности можно утверждать, что форма долины образована селевыми и (или) водными потоками.

Данные о геологическом строении конуса выноса были получены путем изучения стенок и содержимого выемок, осуществленных при рытье котлованов, проходке траншей и т.д. Выемки в количестве 107 располагались относительно равномерно на территории конусов рек Большая и Малая Алматинки, их глубина изменялась в пределах 2...10 м.

Результаты изучения строения конусов позволили построить схему, изображенную на рис.1. Нетрудно видеть, что поверхностный слой большей части площади конуса р. Большая Алматинка и около 30 % площади конуса р. Малая Алматинка представлены аллювиальными отложениями, залегающими под лессовым покровом, мощностью от 0,5 до 3 м. Юго-восточная часть конуса р. Большая Алматинка перекрыта лессовыми отложениями, мощностью от 10 до 20 м, под которыми залегают пролювиальные (селевые) отложения ринс-вюрмского межледниковья.

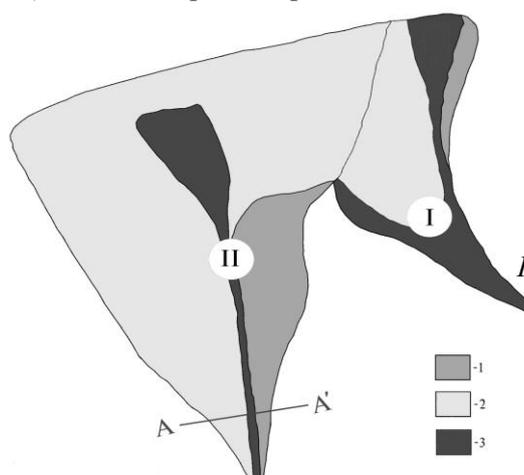


Рис. 1. Строение конусов выноса рек Малая Алматинка (I) и Большая Алматинка (II). 1-лесс мощностью 15...20 м; 2-лесс мощностью до 3 м; 3-селевые отложения голоцена.

Селевые отложения голоцена, мощность которых редко превышает 1 м, расположены на конусе выноса р. Большая Алматинка вдоль современного русла, а также вдоль русел рек Малая Алматинка и Весновка в верхней части конуса выноса р. Малая Алматинка. Данные об объемах селевых отложений голоцена на конусах Малой и Большой Алматинок имеют большое практическое и научное значение. Сравнение объемов селевых отложений голоцена с таковыми ринс-вюрмского межледниковья свидетельствует о том, что селевая активность в решающей мере определяется климатом. Практически стократное увеличение селевой активности в ринс-вюрмском межледниковье было вызвано потеплением климата, по сравнению с климатом 20 века, на 2...3 °С. В результате этого зона фор-

мирования селей дождевого генезиса распространилась на высоты, где в современных условиях располагается гляциально-нивальная зона [6].

Для верхней трети конуса р. Большая Алматинка характерно ступенчатое строение поперечных профилей (рис.2). Объясняется это тем, что западная часть конуса в результате эрозионных процессов углублена на 10...20 м относительно восточной. Углубление произошло не только за счет размыва лессового покрова, но и аллювиально-пролювиальных отложений на глубину 10...15 м. Русло реки Большая Алматинка, в свою очередь, врезано на 5...10 м относительно западной части поверхности конуса выноса.

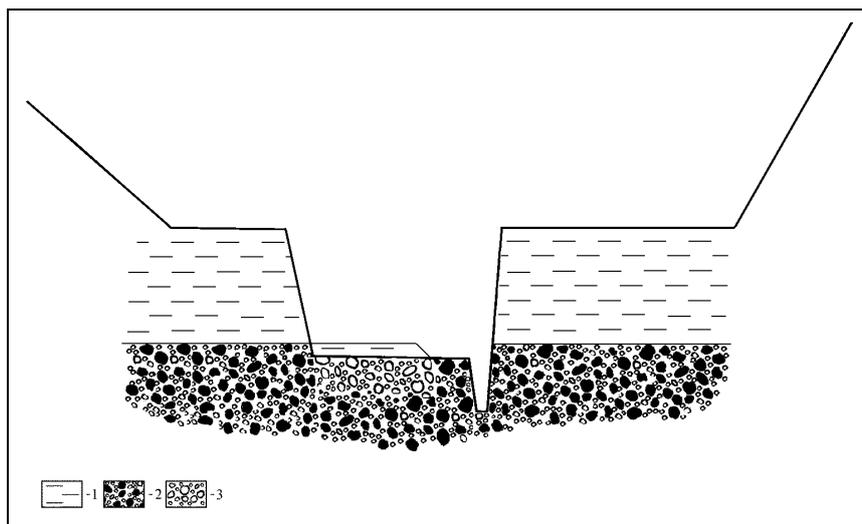


Рис. 2. Схематический разрез по профилю А-А' (рис.1). 1-лесс; 2-селевые отложения; 3-аллювий (масштабы: вертикальный 1:1000; горизонтальный 1:20 000).

Отличительной особенностью конуса выноса р. Большая Алматинка, по сравнению с конусами других рек северного склона Заилийского Алатау, является то, что на более чем 70 % его площади под слоем лесса (0...3 м) залегают аллювиальные отложения, мощность которых может превышать 3 м. Для аллювиального чехла характерна дифференциация гранулометрического состава: чем дальше от вершины конуса, тем меньше размеры частиц.

На востоке южной части нижней трети конуса р. Малая Алматинка (рис.1) граница аллювиального чехла была обнаружена в котловане, вырытом под жилой комплекс, возводимый в квадрате улиц Абая-Масанчи-Сатпаева-Сейфуллина. Территориально он расположен на незначительном

расстоянии к западу от центра конуса р. Малая Алматинка. Внутри этого квадрата находится лессовый останец, мощность которого на северо-западе близка к 11 м, на юге его мощность уменьшается до 3 м. Разрез юго-западной части котлована представлен на рис.3.

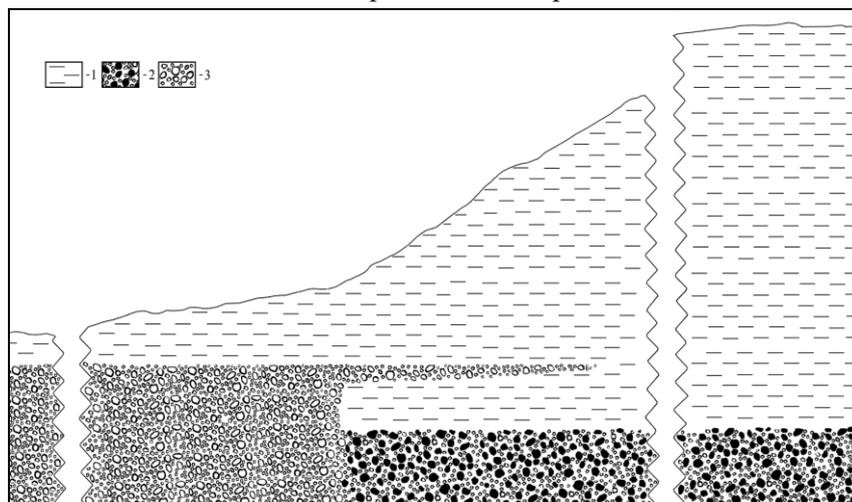


Рис. 3. Схематический разрез поверхностного слоя конуса р. Малая Алматинка в зоне контакта селевых и аллювиальных отложений. 1-лесс; 2-селевые отложения; 3-аллювий.

Селевые отложения, максимальный размер частиц которых превышает 2 м, залегают под мощной толщей лесса (10...12 м), образовавшейся в период вюрмского оледенения. Уровень селевых отложений расположен примерно на 1,2...1,5 м ниже уровня поверхности аллювиального чехла, контактирующего с селевыми отложениями. Аллювий представлен частицами различного размера: от мелкого песка до валунов, достигающих 200 мм. Более крупные глыбы в составе аллювия начинают встречаться на глубине около 2,5 м от поверхности аллювиальных отложений. Скорее всего, это промытые и переотложенные селевые отложения рисс-вюрмского межледниковья, сохранившиеся в неизменном виде восточнее границы раздела аллювия и селевых отложений. Плоскость контакта упомянутых отложений практически вертикальна.

Верхняя часть аллювиальных отложений клинообразно внедрена в лессовый массив, перекрывающий селевые отложения. Мощность «клина» на границе контакта аллювия и аллювия около 60 см, величина внедрения – 6 м. Между нижней поверхностью «клина» и селевыми отложениями находится пласт лесса мощностью, близкой к 80 см. Изучение строения траншеи, прорытой на 200 м от северо-восточной части котлована на се-

вер, показало, что под слоем лесса мощностью 1...2 м расположены селевые отложения.

То, что котлован расположен на стыке аллювиального чехла и селевых отложений, подтверждается наблюдениями в котловане, вырытом в 300...400 м западнее описанного выше котлована. Изучение строения стенок котлована, площадь которого была близка к 10^4 м², показало, что под слоем лесса мощностью 2,5...3 м залегал аллювий, максимальный размер частиц которого не превышал 200 мм. Видимая мощность аллювия более 3 м. Селевые отложения отсутствовали. В северном направлении от этого котлована была пройдена траншея длиной около 200 м. По всей ее длине, под слоем лесса мощностью 2...3 м, залегал аллювий, по гранулометрическому составу идентичный таковому грунту, вынутого из котлована.

Возраст сейсмического события, приведшего к завалам, за которыми образовались озера Иссык и Большое Алматинское, может быть определен из соотношения мощностей лессового покрова, сформировавшегося на конусах рек северного склона Заилийского Алатау, и мощности лесса, перекрывающего, в частности, аллювиальные отложения на конусе р. Большая Алматинка.

Лессовые отложения в низкогорной зоне Заилийского Алатау своим происхождением обязаны дефляционным процессам в пределах Илийской впадины, где находятся крупные песчаные массивы: каскеленские Муюнкумы, пески Улькунхумы, Узункумы, Каракумы и др., особенно широкое развитие эти процессы получили в периоды оледенений. В настоящее время, по мнению М.И. Ломоновича, хотя вынос пыли, образующейся при физическом выветривании песка, и имеет место, ее объем незначителен: «...лессообразование в современную геологическую эпоху на предгорьях Южного Казахстана, в частности Заилийского Алатау, крайне затруднительно» [1].

За последние 65...75 тыс. лет плейстоцена на конусах рек северного склона Заилийского Алатау образовался лессовый покров мощностью около 20 м. Следовательно, скорость формирования этого покрова была близкой к 0,3 м/год. В результате нарушения режима твердого стока, вызванного мощным землетрясением, произошло частичное разрушение этого покрова. После нормализации режима твердого стока процесс отложения аллювия на конусах выноса резко уменьшился и, тем самым, вновь создались условия для отложения лесса. К концу вюрмского оледенения их мощность составляла 2,5...3 м. Учитывая сказанное, можно сделать

заклучение, что описанное сейсмическое событие и вызванные им последствия имели место 8...10 тыс. лет до наступления голоцена, т.е. 20...22 тыс. лет тому назад. Следовательно, землетрясения, способные приводить к существенному изменению рельефа северного склона Заилийского Алатау, повторяются относительно редко: в верхнем плейстоцене и голоцене они имели место не чаще одного раза в 15...25 тыс. лет.

Гипотетическое описание прорыва праозера Большое Алматинское и предшествующих ему событий не должны вступать в противоречие с данными, достоверность которых близка к единице:

- объем лесса, вынесенный с поверхности конусов выноса рек Малая и Большая Алматинки, был близок к $1,5 \cdot 10^9 \text{ м}^3$;
- лесс не мог быть разрушен только в ходе прорыва Праозера, так как объем Праозера вряд ли превышал $15 \cdot 10^7 \dots 20 \cdot 10^7 \text{ м}^3$, что, по меньшей мере, на порядок меньше, чем необходимо для выноса лесса водным потоком за пределы конуса;
- прорыв Праозера произошел после того, как лесс был снесен с поверхности конуса р. Большая Алматинка. Доказательством тому служит отсутствие аллювия на поверхности лесса, сохранившегося в юго-восточной части конуса.

Учет вышесказанного позволяет осуществить схематическую реконструкцию процессов, имевших место до, в ходе и после прорыва Праозера. В течение практически всего вюрмского оледенения русла рек северного склона Заилийского Алатау сохраняли неизменное положение на конусах выноса. Это создавало благоприятные условия для формирования на них лессового покрова. К концу вюрма мощность лесса составляла 15...20 м. Мощное землетрясение в конце плейстоцена резко изменило режим твердого стока. Увеличился не только его объем, но и размеры частиц аллювия. Отложение аллювия в руслах рек на конусах привело к формированию аллювиального чехла, в ходе которого на значительных площадях конусов происходило разрушение лессового покрова.

В бассейне р. Большая Алматинка землетрясение инициировало грандиозный обвал [5], образовавший завальную плотину на р. Озерная, ее высота на 100...120 м превышала современное значение. Заполнение образовавшейся емкости (100...200 млн м^3) продолжалось, как минимум, около 4 лет (современный средний годовой расход воды р. Озерной – 1,62 $\text{м}^3/\text{с}$ [3]). Если в ходе заполнения емкости имела место фильтрация воды

через завальные массы, процесс образования Праозера мог растянуться на десятилетия.

Завальные массы перегородили не только р. Озерную, но и р. Кумбель в месте ее слияния с р. Озерной. Однако объем озера, образовавшегося на р. Кумбель, вряд ли превышал первые миллионы кубических метров, так как русло р. Кумбель в его устьевой части имеет большие продольные уклоны, а река течет в узком врезе, один борт которого представляет крутой борт долины, а другой – обрыв в хорошо сохранившейся морене рисского оледенения.

Вынос завальных масс, перегородивших р. Кумбель, на конус р. Большая Алматинка послужил толчком к разрушению лессового покрова на этом конусе водами р. Большая Алматинка. Объем воды, потребовавшийся для этого, составил, как минимум, $1 \cdot 10^9 \dots 3 \cdot 10^9$ м³. Это 10...30-летний сток, в современных климатических условиях, р. Большая Алматинка. И лишь после того, как был разрушен лессовый покров на большей части площади ее конуса, произошло опорожнение Праозера.

То обстоятельство, что глыбы, находившиеся в теле завала, размеры которых могли превышать 10 м, не сохранились в нижерасположенной части долины, позволяет предполагать, что расход водокаменной смеси, формировавшейся в ходе разрушения центральной части завала, мог составлять десятки тысяч кубометров в секунду. Тем не менее, этот поток вмещался в проран, образованный в лессовом покрове верхней части конуса в предшествующий период. На это указывает отсутствие аллювия на поверхности 20-метровой толщи лесса, перекрывающей юго-восточную часть конуса р. Большая Алматинка (рис. 1).

Поверхностные слои большей части конуса р. Большая Алматинка и около половины площади конуса р. Малая Алматинка претерпели существенные изменения. В верхней части конуса р. Большая Алматинка, там, где ранее произошло разрушение лессового покрова, произошло понижение высотных отметок (на несколько метров). Аллювиальные отложения в этом районе представлены широким спектром размеров частиц: от пыли до глыб с размерами более 2 м. В средней части конусов выноса рек Большая и Малая Алматинки потоками воды были размывы (на глубину более 3 м) отложения селей рисс-вюрмского межледниковья; а затем произошло отложение аллювия мощностью около 3 м. Максимальные размеры частиц не превышают 0,5 м. Нижние части этих конусов были перекрыты продуктами размыва селевых отложений и аллювием, минеральный состав которых близок

к составу пород, сформировавших завал. Максимальный размер частиц здесь не превышает 0,2 м.

Суммарный объем аллювиальных отложений на конусах рек Большая Алматинка и Малая Алматинка оценен в 200...240 млн м³. Если учесть, что часть аллювия - перемытые отложения селей ресс-вюрмского межледниковья, то полученные значения хорошо согласуются с оценкой объема завальных масс, вынесенных на конусы в ходе опорожнения Праозера [5]. Как доказывается в упомянутой выше работе, в заключительной стадии опорожнения произошло оползание бортов прорана в завале. В результате этого образовался завал, за которым сформировалось Большое Алматинское озеро, существующее и поныне. Со временем режим твердого стока нормализовался и на поверхности аллювия стал формироваться лессовый покров, мощность которого к голоцену достигла 2...3 м.

Результаты изучения строения конусов рек Малая и Большая Алматинки с большой степенью достоверности подтверждают основные положения гипотезы о двух стадиях формирования завала, приведшего к образованию Большого Алматинского озера. Образование Праозера, его прорыв и процессы, имевшие место на конусах рек Малая и Большая Алматинки в ходе прорыва, свидетельствуют о том, что постсейсмические процессы, по масштабам катастрофичности, могут быть соизмеримы и даже превосходить собственно последствия землетрясений [8]. Повторяемость таких явлений относительно невелика: в верхнем плейстоцене и голоцене они имели место не чаще одного раза в 15...25 тыс. лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Илийская долина, ее природа и ресурсы / Под общей редакцией М.И. Ломоновича. - Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963. - 341 с.
2. Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. - СПб., 1890. - 154 с. - (Тр. Геол. комитета, Т.10, Вып.1).
3. Основные гидрологические характеристики. - Т.13. Центральный и Южный Казахстан. - Вып.2. Бассейн оз. Балхаш. - Л.: Гидрометеоиздат, 1967. - 471 с.
4. Оспанов А., Казаков В., Белослюдцев О., Курскеева Л. Прогноз землетрясений в Казахстане / Проблемы предотвращения последствий разрушительных землетрясений. - Алматы, 2002. - С. 59-66.
5. 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.
6. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Климат голоцена и селевая активность на северном склоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2002. - № 1. - С. 74-81.

7. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Оледенения Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2000. - № 3-4. - С. 100-108.
 8. 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.
 9. Яфязова Р.К. Загадка лессового покрова конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2001. - № 1-2. - С. 155-160.
 10. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - Алматы, 1998. - 21 с.
- Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**ҚАЗІРГІ АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ
ПАЛЕОПОСТСЕЙСМИКАЛЫҚ АПАТ**

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

Үлкен және Кіші Алматы өзендерінің шығарынды конустарын зерттеу нәтижелері келтірілген. Алынған деректер Үлкен Алматы мен Есік өзендері алабындағы құлама үйіндінің пайда болуына, сонымен бірге плейстоценнің аяғында Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі қатты заттекті ағындылар режимінің күрт өзгеруіне әкеліп соққан жер сілкінісінің жасын жоғары дәрежедегі анықтықта бағалауға мүмкіндік берді.