

УДК 551.311. 551.4

Доктор геогр. наук Б.С. Степанов¹
Доктор техн. наук Р.К. Яфязова**К ОСОБЕННОСТЯМ ОПОРОЖНЕНИЯ ОЗЕР МОРЕННО-ЛЕДНИКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Ключевые слова: сель, водный поток, ледник, абляция, солнечная радиация, альbedo, трещина, поверхностный и подземный каналы стока

Превентивное опорожнение поверхностных водоемов моренно-ледниковых комплексов, осуществляемое с целью снижения селевой опасности, должно проводиться с учетом особенностей естественных процессов развития и прорыва селеопасных озер. Рассмотрена ситуация, создававшаяся в ходе превентивного опорожнения озера №13-бис на леднике Советов, приведены рекомендации по оптимизации дальнейших работ.

Поверхностные водоемы (озера) моренно-ледниковых комплексов образуются, как правило, на конечной части языка ледников. Главными факторами их зарождения являются относительно высокие температуры воздуха и талой воды, а также выполаживание поверхности ледника, что на склонах северной экспозиции благоприятствует абляции, обусловленной солнечной радиацией. Важную роль в развитии озер играет относительно малое альbedo воды. Наиболее интенсивно озеро развивается в направлении, где имеет место непосредственный контакт воды со льдом или мощность поверхностной морены минимальна.

Естественное опорожнение озер может происходить по поверхностным и подземным каналам стока. О наличии подземных каналов стока может свидетельствовать отсутствие признаков накопления воды (при наличии водных потоков, поступающих в котловину), а также «исчезновение» озера после прекращения таяния ледника.

Поверхностное опорожнение озера начинается, когда уровень воды превысит максимальную высотную отметку существующего или вновь зарождающегося канала стока. Если в процессе стока воды, в результате механической или термальной эрозии, углубление канала стока не проис-

¹ Казгидромет, г. Алматы, Казахстан

ходит, озеро может развиваться или сохранять свои размеры до тех пор, пока не произойдет его опорожнение по подземным каналам стока.

Однако развитие озера может создавать условия, существенно изменяющие возможность образования дополнительных каналов стока. Так, увеличение размеров зеркала озера за счет неравномерного протаивания его ложа может привести к ситуации, когда поверхностный перелив станет возможным в местах, имеющих высотные отметки меньше, нежели существующего канала стока или озерная чаша соединится с подземным каналом стока. Последняя ситуация имела место в 2010 г. в зоне слияния ледника Зои Космодемьянской с ледником Туюксу.

На северном склоне Иле Алатау (Заилийский Алатау), в бассейне р. Киши Алматы (Малая Алматинка), расположено несколько ледников. Наиболее крупным из них, текущим в направлении, близком к меридиональному, является ледник Туюксу (площадь 3,33 км², объем 0,128 км³). Его притоки имеют значительно меньшие характеристики: ледник Зои Космодемьянской (площадь 0,35 км², объем 0,012 км³) и ледник Молодежный (площадь 1,56 км², объем 0,073 км³) [3].

Деградация оледенения Иле Алатау, резко усилившаяся со второй половины 20 в. [1], в наибольшей мере коснулась малых ледников. Вследствие того, что течение ледника Зои Космодемьянской практически прекратилось, а течение ледника Туюксу продолжается, в зоне их контакта образовалась трещина, по которой происходит частичный сток воды, образующейся в результате таяния льда и снега, расположенных выше слияния этих ледников. Верхняя часть образовавшейся трещины перекрыта мореной, ее глубина превышает 20 м.

В начале 21 в. на конечной части языка ледника Зои Космодемьянской образовалось небольшое озерцо. Активно развивавшийся в первые годы водоем (рис. 1), опорожнился в 2010 г. На рис. 2 показана схема продольного профиля ледника Зои Космодемьянской в 2010 г. на начало опорожнения озера по трещине между ледниками Туюксу и Зои Космодемьянской. Из-за небольшого объема озера и, возможно, температуры воды, близкой к 0 °С опорожнение произошло незамеченным (нельзя также исключать, что опорожнение происходило по подземным каналам стока, включавшим в себя подземные водоемы с объемом в сотни тысяч и даже миллионы кубометров).

При благоприятных условиях пропускная способность канала стока, формирующегося в процессе термальной и механической эрозии в ледяной перемычке, может превышать 1000 м³/с, как это имело место при

прорыве озера, образовавшегося в результате подпруживания р. Абдукагор пульсирующим ледником Медвежий (бассейн р. Ванч, Памир [4]).



Рис. 1. На заднем плане рисунка ледяная перемычка на леднике Зои Космодемьянской в 2008 г., отделяющая озеро от ледника Туюксу. В центре снимка (у обрыва) на льду замерзшего озера – фигурка человека в полный рост.

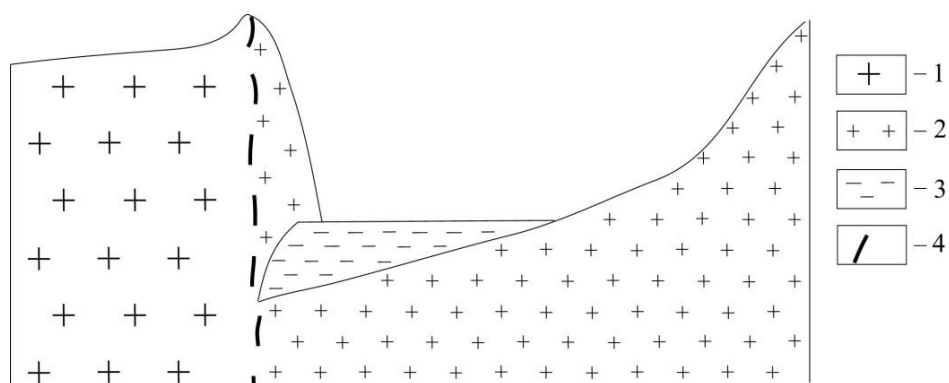


Рис. 2. Схема продольного профиля ледника Зои Космодемьянской в 2010 г. на начало опорожнения озера через трещину. 1 – ледник Туюксу; 2 – ледник Зои Космодемьянской; 3 – озеро в 2010 г.; 4 – трещина между ледниками.

Обращение к событиям, имевшим место при естественном опорожнении озера на леднике Зои Космодемьянской, связано с историей развития озера №13-бис на леднике Советов (бассейн р. Кумбель – притока р. Улькен Алматы (Большая Алматинка), северный склон Иле Алатау). Здесь в 1977 г., в период проведения искусственного опорожнения озера №13, произошел его прорыв, приведший к формированию катастрофического селя. Из-за большой плотности селевой массы и, как следствие, большой вязкости и пластичности селевой массы, а также относительно небольшого объема водоема (около 74 000 м³), селевая масса отложилась преимущественно в горной долине [2, 5].

В этом же бассейне в начале 21 в. зародилось озеро №13-бис, которое стремительно развивалось и уже к 2010 г. представляло опасность для г. Алматы. В последние годы ГУ «Казселезащита» проводило работы по уменьшению вероятности прорыва этого озера, путем частичного сброса воды по искусственному каналу стока с помощью сифонов и насосов. Однако работы носили паллиативный характер – объем воды в озере увеличивался за счет углубления и увеличения площади ледяной чаши (в ходе таяния) быстрее, нежели возрастала площадь живого сечения потока в канале стока. Ситуация изменилась в 2016 г., когда с помощью вертолетов к месту работ был доставлен малогабаритный экскаватор – бульдозер. Благодаря оптимальному сочетанию механизированных и ручных работ, использованию энергии водных попусков, за теплый сезон глубина канала была увеличена на 6,5 м – в несколько раз больше, чем за все предшествовавшие годы.

Рекогносцировочное обследование окрестностей озера, осуществлявшееся на завершающем этапе работ 2016 г. по опорожнению озера №13-бис свидетельствует об их высокой значимости: уменьшение уровня воды предотвратило неизбежное в 2017-2018 гг. естественное опорожнение озера по трещине в зоне контакта ледяной чаши озера №13-бис со склоном пика Советов или присклоновым ледником на этом склоне (рис. 3). Последствия селя в результате прорыва озера №13-бис по описанному выше каналу стока могли быть для г. Алматы катастрофическими.

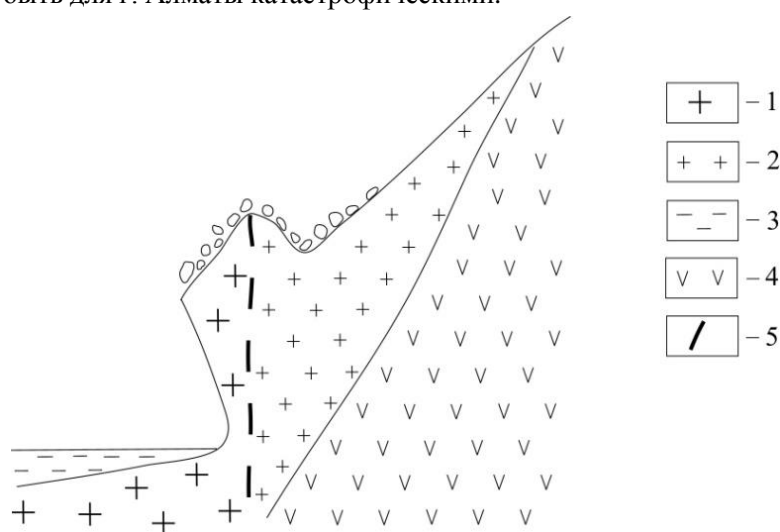


Рис. 3. Схема поперечного профиля ледника Советов и присклонового ледника в бассейне р. Кумбель. 1 – ледник Советов; 2 – присклоновый ледник; 3 – озеро №13-бис в 2016 г.; 4 – коренные породы склона пика Советов; 5 – трещина между ледниками.

Искусственное понижение уровня воды в озере №13-бис на 6,5 м привело к осушению его западной части. Выяснилось, что береговая зона и прилегающее к ней дно представляют собой лед, покрытый тонким слоем морены. Обрывистый берег озера (восточной экспозиции) представлен чистым льдом – результат обрушения льда по мере формирования ниши, образуемой озерными водами вследствие тепловой эрозии.

Поскольку дальнейшее увеличение озера в западном направлении неизбежно приведет к его прорыву по трещине, необходимо продолжать понижение уровня воды в озере. Однако это будет связано со значительным увеличением объема земляных работ, возрастающим по мере понижения уровня воды. К сожалению, из-за неприемлемости использования энергии водных попусков с целью размыва и выноса из канала относительно мелких фракций рыхлообломочных пород морены (для этого необходимо повышать уровень воды в озере, что будет приводить к быстрому приближению озера к трещине), обеспечение все возрастающих объемов работ станет возможным лишь при использовании более мощной землеройной техники.

В связи с этим, необходимо оценить целесообразность дальнейшего опорожнения озера №13-бис используя дополнительный канал (2), который, по мнению авторов, следует проложить в его северо-западной части (рис. 4).

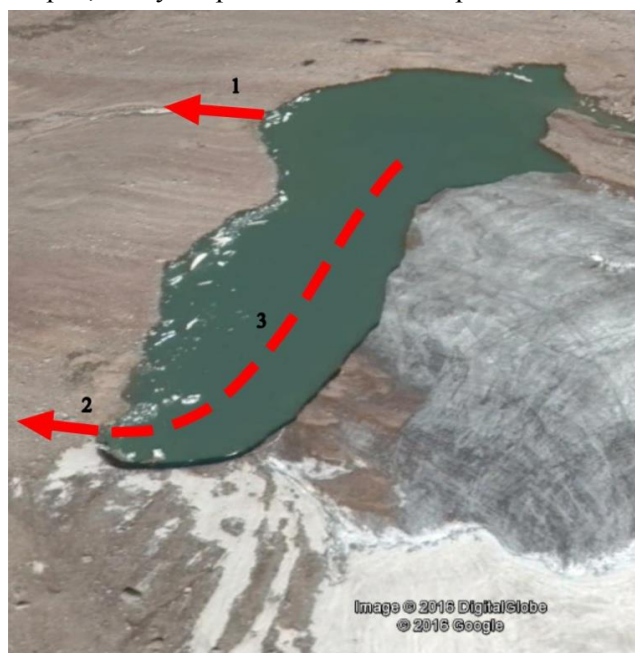


Рис. 4. Озеро №13-бис, существующий (1) и дополнительные (2, 3) каналы превентивного опорожнения озера.

Мощность рыхлообломочных пород на дне озера незначительна (обломки, лежавшие на поверхности ледника, обрушившиеся вместе со льдом в озеро в ходе увеличения размеров озерной котловины в южном направлении), поэтому не составит большого труда проложить дополнительный канал (3) в ледяной чаше от минимальной отметки озерной котловины до рекомендуемого западного дополнительного канала (2) с использованием тепла озерной воды. Создание дополнительного канала (3) практически исключит возможность возрождения озера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н. Динамика и современное состояние оледенения гор Казахстана – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 268 с.
2. Попов В.И., Степанов Б.С., Мочалов В.П., Хонин Р.В., Марков И.Н., Голубович В.А., Бекаревич В.Е. Селевые явления 3–31 августа 1977 г. в бассейне р. Большая Алматинка / Селевые потоки. – М.: Гидрометеоздат, 1980. – №4. – С. 57–63.
3. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Каганат, 2002. – 388 с.
4. Степанов Б.С. Основные характеристики селевых потоков и селевой массы // Тр. КазНИГМИ. – 1982. – Вып. 79. – 136 с.
5. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.

Поступила 10.10.2016

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

МОРЕНДІ-МҰЗДЫҚ КЕШЕНДЕРІ КӨЛДЕРІН БОСАТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ

Түйін сөздер: сел, су ағысы, мұздық, абляция, күн радиациясы, альbedo, жарықшақ, жер беті және жер асты ағыс каналдары

Моренді-мұздық кешендерінің беткі суқоймаларын селдік қауіпсіздікті төмендету мақсатында жүргізілетін нүктелік босату, селдік қауіпті көлдердің табиғи қалыптасу және жарылу процестерінің ерекшеліктері ескеріліп жүргізілуі қажет. Советов мұздығындағы №13-бис көлін нүктелік босату шарасында туындаған жағдай қарастырылған, келесі жұмыстарды оңтайландыру бойынша ұсыныстар келтірілген.

DSc. Stepanov B.S., DSc. Yafyazova R.K.

**TO FEATURES OF ACTUAL EMPTYING LAKES ON THE MORAINÉ
GLACIAL COMPLEXES**

Keywords: debris flow, water flow, glacier, ablation, solar radiation, albedo, slot, surface and subsurface channel

Preventive emptying lakes on the moraine glacial complexes are carried out to reduce the damage caused by debris flows. It should be carried out taking into account the features of natural processes of development and break lakes, which can lead to formation of a debris flow. In the paper we considered the situation created during the preventive emptying №13-bis Lake located on the Sovetov glacier and provided recommendations for optimizing future work.