

УДК 551.311.551.4

**НЕКОТОРЫЕ УРОКИ ПРЕВЕНТИВНЫХ ОПОРОЖНЕНИЙ
ГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОЗЕР ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ**

Доктор геогр. наук

Б.С. Степанов

А.Х. Хайдаров

Канд. геогр. наук

Р.К. Яфязова

Приведены результаты опорожнения озер в бассейнах рек Иссык, Большая и Малая Алматинки. Сделан вывод о том, что незавершенность работ по опорожнению селеопасных озер может привести к катастрофическим последствиям.

Последнее глобальное потепление климата, начавшееся в середине XIX века, обусловило деградацию оледенения большинства горных стран Земли. Процесс деградации оледенения сопровождался на Северном Тянь-Шане формированием озер и внутриледниковых емкостей, катастрофический прорыв которых приводил к формированию мощных селей. В Заилийском Алатау гляциальные озера начали зарождаться в первые десятилетия XX века и достигли зрелой стадии в 1960-1970 годах.

Бассейн р. Иссык, 1977 г.

Сель 1963 года, сформировавшийся в результате прорыва озера на леднике Жарсай, уничтожил озеро Иссык. Озеро Иссык образовалось в результате завала, возникшего, по нашему мнению, 15-20 тыс. лет тому назад. За это время в емкости, образованной завалом, накопилось около 80 млн. м³ наносов [2]. В результате вхождения селя в озеро естественная плотина была разрушена и озеро опорожнилось. Город Иссык не только пострадал от катастрофического паводка, но и лишился природного селехранилища, защищавшего конус выноса р. Иссык на протяжении тысяч лет от мощных селей.

В 1977 году, когда котловина на леднике Жарсай вновь заполнилась водой и возникла реальная угроза г. Иссык, Правительство Казахстана поставило перед учеными и проектировщиками г. Алматы и Казглавселезащитой задачу в кратчайший срок выработать предложения по ликвидации или смягчению последствий нависшей угрозы.

Результаты анализа сведений о прошедших селях в бассейне р. Иссык, материалов аэрофотосъемок различных лет, рекогносцировочных обследований на моренно-ледниковом комплексе ледника Жарсай в период заполнения котловины позволил работникам Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ) сделать следующие выводы:

- Сели 1958 и 1963 годов были вызваны прорывом того же водоема, который заполнялся и в 1977 году.
- Прорыв водоема в 1958 и 1963 годах происходил через ледяной туннель в перемычке котловины. Прорыву водоема в обоих случаях предшествовал перелив воды (по двум ложбинам) через перемычку, забронированную чехлом рыхлообломочных пород средней мощностью 0,1-0,2 м. Наличие чехла мешало термической эрозии русла и, как следствие, разрушению перемычки за счет тепла воды, накопившейся в водоеме. Это обстоятельство благоприятствовало прорыву воды через ледяной туннель.
- Перемычка сложена в основном льдом. Ширина перемычки составляет 70-80 м. Наклон откосов перемычки 65-70°.
- В перемычке имеется, как минимум, одна полость (на поверхности перемычки прослушивались звуки падения в воду камней, вытаскивающих из ледяного свода).
- Последствия селя, который может сформироваться в результате естественного прорыва водоема, будут катастрофическими для г. Иссык.

На основании вышеизложенного КазНИГМИ рекомендовал произвести превентивное опорожнение водоема на леднике Жарсай. Методическое руководство превентивным опорожением водоема на леднике Жарсай Правительством Казахстана было возложено на КазНИГМИ, общее руководство и обеспечение рабочей силой - на Казглавселезащиту.

Быстрое заполнение котловины водой (уровень воды увеличивался примерно на 0,5 м. в сутки) в период 24-26 июня делало неизбежным поверхностный перелив воды через перемычку. Проведение каких-либо взрывных работ на перемычке с целью прокладки канала стока было опасно, так как это могло спровоцировать вскрытие ледяного туннеля. В течение суток был убран рыхлообломочный чехол из двух ложбин-каналов поверхностного стока и, тем самым, были созданы благоприятные условия для формирования поверхностных каналов за счет тепла воды.

Поверхностный перелив начался по западной ложбине, а затем и по восточной. В ходе опорожнения водоема особое внимание уделялось контролю за перемещением перемычки пятащейся эрозией, так как это могло привести к резкому увеличению расхода прорывного паводка. Пятащаяся эрозия в восточном канале развивалась быстрее, чем в западном (глубина восточного канала, формировавшегося в тыльной части перемычки, достигала 10 м). Возникла угроза вскрытия туннеля. Это неминуемо привело бы к опорожнению водоема через туннель и формированию катастрофического селя.

Было принято решение о перекрытии восточного канала, что и было выполнено аварийной бригадой путем заброски начального участка канала обломками горных пород. Скорость пятащейся эрозии в западном канале снижалась путем защиты его дна крупными камнями. Благодаря принятым мерам уклон тыльной стороны перемычки был снижен с 60 до 8-10°. В результате описанных мер удалось осуществить контролируемый сброс более 200 тыс. м³ воды из водоема и обеспечить дальнейшую самопроизвольную сработку еще 220 тыс. м³ воды. Средний расход воды через перемычку составил около 1,8 м³/с при максимальном его значении 6-8 м³/с.

К 1 июля 1977 года дальнейшее формирование канала прекратилось, так как канал, в месте сочленения его с озерной котловиной в северо-восточной части, практически приобрел отметку дна этой котловины, которая было забронирована рыхлообломочными отложениями. В ее юго-западной части, имевшей большую глубину, осталось около 60 тыс. м³ воды. Вход в ледяной туннель оставался под водой.

Несмотря на настойчивые рекомендации представителей КазНИГМИ продолжить опорожнение водоема путем удаления рыхлообломочного чехла со дна опорожненной части озера, руководство Казглавселезащиты приняло решение о прекращении работ.

3 июля, в результате вскрытия ледяного туннеля, оставшийся объем воды в течение примерно 30 минут был сброшен (со средним расходом, близким к 30 м³/с) по подземному каналу стока, соединявшемуся с поверхностным каналом стока примерно в 100 м от верхнего бьефа перемычки. В селевом врезе на конечной морене вюрмского оледенения сформировался мощный грязекаменный селевой поток с максимальным расходом 700-1000 м³/с. Дальность селевого выброса составила несколько километров, сель отложился в пределах горной зоны.

Мероприятия по искусственному опорожнению Жарсайского озера предотвратили формирование катастрофического селевого потока не менее мощного, чем тот, который привел к гибели озера Иссык и причинил значительный ущерб г. Иссык.

В связи с этим вызывает недоумение то обстоятельство, что в монографии “Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане” [1] описанные события отнесены к разряду селевых катастроф. Из глоссария, приведенного в упомянутой монографии, следует, что под катастрофой в законодательстве РК понимается разрушительное явление, повлекшее чрезвычайную ситуацию регионального или глобального масштаба. Ни той, ни другой ситуации в 1977 г. не наблюдалось.

Неверны выводы и о причинах, позволивших предотвратить катастрофу: Действительно, “... приход тепла в гляциальную зону был существенно больше, чем в соответствующие периоды 1958 и 1963 гг.”, однако утверждение, что “Последнее обстоятельство и сыграло главную роль, помешавшую реализоваться катастрофическому прорыву озера по классическому сценарию через туннель”, не соответствует действительности. Катастрофа была предупреждена благодаря грамотным действиям, позволившим своевременно опорожнить озеро по поверхностным каналам стока до того, как туннель был вскрыт в результате природных процессов.

Описанные события в работе [1] правильнее было бы поместить не в разделе “Антология гляциальных селей (причины и следствия)”, а в разделе “Превентивные мероприятия. Опыт Казселезащиты 1970-1990 гг.”, упомянув при этом и о роли других организаций.

Бассейн р. Большая Алматинка, 1977 г.

3 августа 1977 года по долине р. Большая Алматинка прошел катастрофический селя, нанесший ущерб в несколько миллионов долларов, погибли люди. Причиной формирования селя послужил прорыв озера № 13, расположенного на морене ледника Советов, в бассейне р. Кумбель. Время образования озера неизвестно, в 1967 году оно аккумулировало 138 тыс. м³ воды. К 1974 году объем воды в озере достиг 220 тыс. м³. В результате превентивного опорожнения озера Казглавселезащитой в 1974-1975 годах объем озера был снижен до 80-90 тыс. м³.

В работе [4], посвященной описанию селевых явлений 3-31 августа 1977 года, отмечалось, что Казглавселезащита продолжила опорожнение озера № 13 и в период 1976-1977 годы “... В основе мероприятий ле-

жало искусственное снижение отметки порога перелива. На пороге перелива сооружалась временная запруда высотой 0,5-0,8 м, что приводило к увеличению объема озера на 10-17 тыс. м³. Затем запруда разрушалась, а возникающий при этом водный паводок размывал перемычку. В целях разрыхления моренного грунта на перемычке производились взрывы. К началу августа 1977 г. в результате мелиоративных работ, а также теплового воздействия бытовых расходов на грунт под ложем канала стока практически не осталось сцементированного льдом грунта. Поднятие уровня воды к 3 августа на 0,7 м относительно естественного гребня перелива явилось причиной постепенного размыва перемычки, а затем, при превышении водным потоком критического расхода, селевого процесса непосредственно на перемычке, вызвавшего практически полный сброс воды из озера ...”.

Из приведенной цитаты нетрудно видеть, что на языке 1977 года, когда публикации о катастрофах природного, а тем более антропогенного генезиса в открытой печати не поощрялись, утверждается, что главной причиной селеформирования было искусственное увеличение уровня воды в озере на фоне незавершенных работ по превентивному опорожнению озера № 13.

Более определенно об этом сказано в Ежегоднике “Селевые потоки на территории Казахской ССР за 1977 г.” [5]: “... увеличение расхода воды могло быть вызвано эрозией русла на границе искусственно созданной работниками Казглавселезащиты запруды (мешки с песком) и берегом русла, или при частичном опрокидывании этой запруды ...”.

После 21-летнего молчания лиц, в той или иной мере причастных к событиям 1977 года, в монографии, подводящей итоги деятельности Казглавселезащиты за 30 летний период, ставится под сомнение антропогенный генезис катастрофы. В ходе “опровержения” ее авторы неоднократно противоречат сами себе. На с. 25 [1] утверждается, что “... В течение 1976-1977 гг. никаких мелиоративных работ на морене ледника Советов не проводилось”, однако уже на с. 27 написано, что “... Временная плотина, оставленная здесь рабочими еще с 1976 г. (!) имела в длину около 3 м, а высоту около 0,5 м ...”. На с. 27 сообщается “... утверждение о медленном возрастании расходов воды перед прорывом плотины не подтверждается данными очевидцев, подчеркивающими исключительно бурный характер происходящего ...”, хотя на с. 26 мы читаем: “... Исходя из при-

веденной информации ясно, что, к сожалению, момент прорыва плотины озера и процессы, непосредственно предшествовавшие этому, никто не наблюдал...".

Забыл, вероятно, один из авторов [1] и то, что в Ежегоднике "Селевые потоки на территории Казахской ССР за 1977 г.", написанном в том числе и им, утверждается: "... В 1974-1977 гг. Алматинским Бассейновым Управлением (АБУ) Казглавселезащиты на озере № 13 проводился комплекс работ, направленных на уменьшение объема водной массы озера ... Основу мероприятий составляло искусственное снижение относительной отметки порога перелива. Достигалось это следующим образом. На ... пороге перелива сооружалась временная запруда высотой 0,5-0,8 м, шириной до 1,0 м ... В дальнейшем временная перемычка разрушалась, а ... паводок углублял русло ... Для лучшего взаимодействия водной массы и моренного материала последний предварительно разрыхлялся (при помощи взрывов) ... Очередной цикл понижения порога перелива должен был состояться в начале августа 1977 г. Для этого в конце июля на гребне перелива озера сотрудниками АБУ построена временная запруда ... Таким образом, объем озера № 13 на 03.08.77 г. составлял 89,6 тыс. м³, причем 16,6 тыс. м³ удерживались временной запрудой (высота 0,7 м, ширина 1 м, длина 7 м) через которую свободно переливалась вода ..." [5].

Приведя два возможных сценария разрушения перемычки, авторы "Ежегодника" считали, что "... не имеет смысла устанавливать приоритет того или иного фактора ... определяющим фактором, обусловившим прорыв и опорожнение озера Кумбельского является временная запруда, устроенная на гребне перелива озера ...".

В ходе опорожнения озера было сброшено 74,5 тыс. м³ воды в течение 85 минут, при этом уровень воды в озере упал на 4,2 м. Средний расход воды через перемычку составил 15 м³/с, а максимальный - превысил 30 м³/с. Несмотря на относительно небольшие расходы водного потока, расход селея 1977 года на реках Кумбель и Б. Алматинка превышал 1000 м³/с. Объясняется это большим увлажнением рыхлообломочных пород конечной морены вюрмского оледенения, в которую вложен Кумбельский селевой врез.

Представления о механизме прорыва озера № 13 могут быть различными, однако неоспоримым является тот факт, что катастрофа - результат не завершения до логического конца работ по опорожнению озера,

начатых за несколько лет до его прорыва, а также то, что "... все работы по снижению объема озера проводились бригадой строителей без должного методического руководства и курирования ..." [5].

Бассейн р. Малая Алматинка

Зарождение озера на леднике М. Мамеговой относят к 50-м годам XX века. К 70-м годам объем озера увеличился до 43 тыс. м³. В 1976-1978 годах в результате профилактических работ уровень воды в озере был понижен на 3,4 м, а объем до 36 тыс. м³ [1]. В 1996-1997 годах озеро имело объем 190 тыс. м³ и было признано наиболее селеопасным в бассейне р. Малая Алматинка.

Поскольку использование землеройной техники оказалось практически невозможным, предполагалось использовать для размыва озерной перемычки и транспортировки значительных объемов рыхлообломочных пород (10-15 тыс. м³ на расстояние 200-400 м) энергию воды.

Работы по методике, предложенной КазНИИМОСК, должны были осуществляться таким образом, чтобы весь грунт, слагающий борта русла, обрушался и уносился в виде селя на задровое поле, где и происходило бы отложение твердой фазы селевой смеси.

Планировавшееся поэтапное изменение продольного профиля канала стока изображено на рис.1. Размыв канала стока и транспортировку рыхлообломочных пород (в составе формирующейся селевой смеси) предполагалось осуществлять попусками воды с помощью "мягкого" и металлического ("жесткого") затворов. С помощью "мягкого" затвора должны были формироваться короткие попуски (из-за ограниченного объема накапливающейся воды), призванные срывать образующуюся после каждого попуска самоотмокту. "Жесткие" затворы, рассчитанные на попуск воды с расходом до 4,2 м³/с, должны были поддерживать импульсные попуски, организуемые с помощью "мягкого" затвора. Необходимость в синхронной работе упомянутых затворов была вызвана тем, что расходы волн, формируемых "мягким" затвором, очень быстро уменьшаются при их движении по руслу.

Поскольку методика опорожнения озер, перемычка которых сложена моренными отложениями, не была отработана, предполагалось, что анализ текущих результатов, определение хода дальнейших работ будут осуществляться штабом, в состав которого должны были войти представители Казселезащиты, Казгидропроекта и КазНИИМОСК. Общее руко-

водство было возложено на представителей Комитета Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям и Казселезащиты, именуемых в дальнейшем производителями работ.

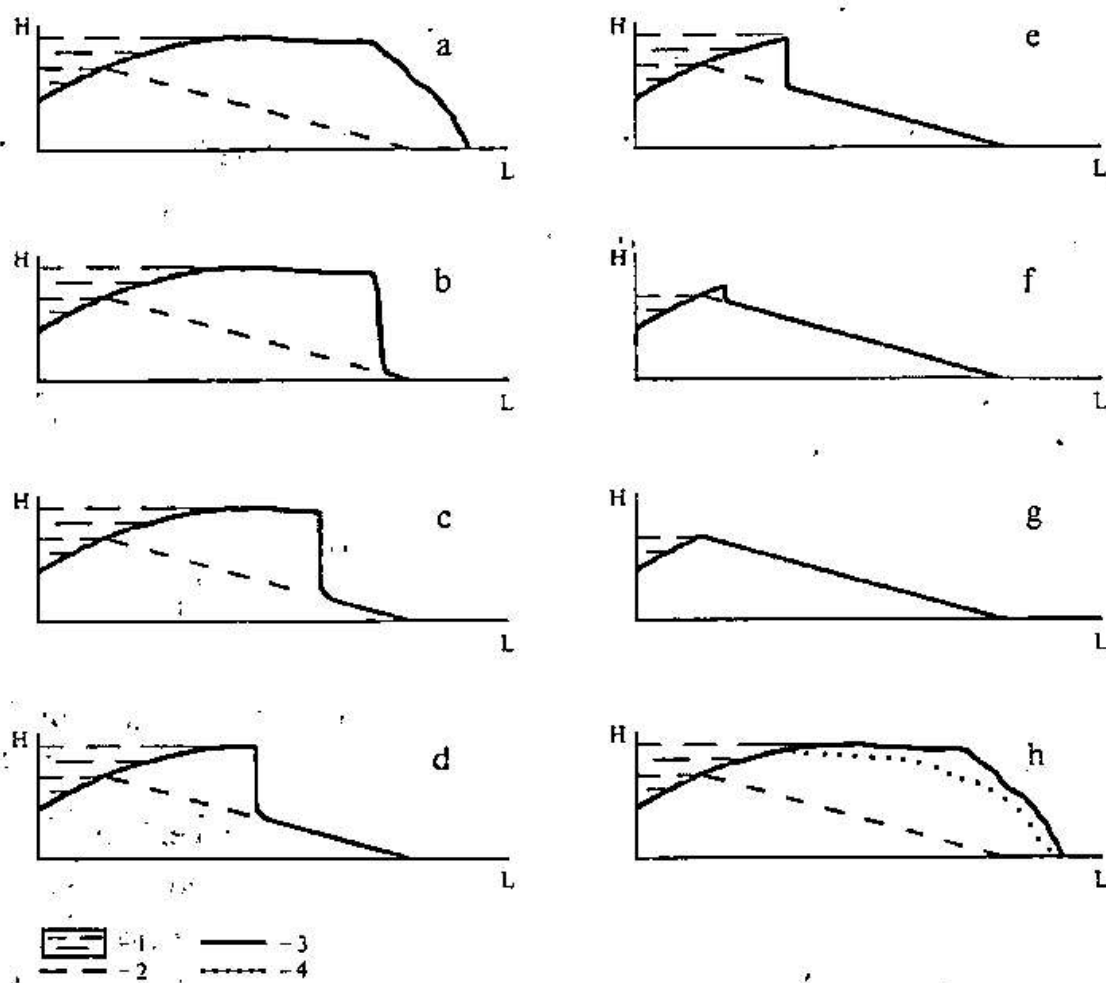


Рис.1. Планировавшиеся этапы опорожнения озера. а - исходный профиль канала стока; б, с, д, е, ф, г - этапы опорожнения озера; h - результат опорожнения озера. 1-озеро; 2-проектный профиль канала стока; 3-профиль канала стока, который должен был формироваться в ходе опорожнения; 4-фактический профиль канала стока.

Подготовка к опорожнению длилась около 20 дней, в течение которых были проведены геофизические работы по оценке строения морены, исследованы пути возможного подземного стока паводковых вод, установлены "жесткие" затворы, канал стока был выстлан брезентом, призванным защитить канал стока от эрозии и т.д. Техническое описание оборудования, использовавшегося при опорожнении, представляет самостоятельную ценность и будет приведено в отдельной публикации.

На рис.2 приведены продольные профили тальвега канала стока из озера на леднике М. Мамстовой на различные даты периода опорожнения. Первые попуски состоялись 26.07.97 г. и к 29.07.97 г. были получены обнадеживающие результаты. Эрозионное углубление русла в исходном положении “мягкого” затвора составило около 5 м.

Однако уже менее чем в 30 м от исходного положения “мягкого” затвора началось отложение рыхлообломочного материала с явными признаками формирования самоотмостки. Объясняется это тем, что попуски осуществлялись только с помощью “мягкого” затвора и, из-за малого объема попусков, расход волны попуска очень быстро уменьшался по мере продвижения по каналу стока. На это обстоятельство обратили внимание представители КазНИИМОСК и предложили осуществлять синхронные попуски с помощью “мягкого” и “жесткого” затворов. Это предложение производителями работ не было принято во внимание, в дальнейшем предполагавшийся штаб не функционировал.

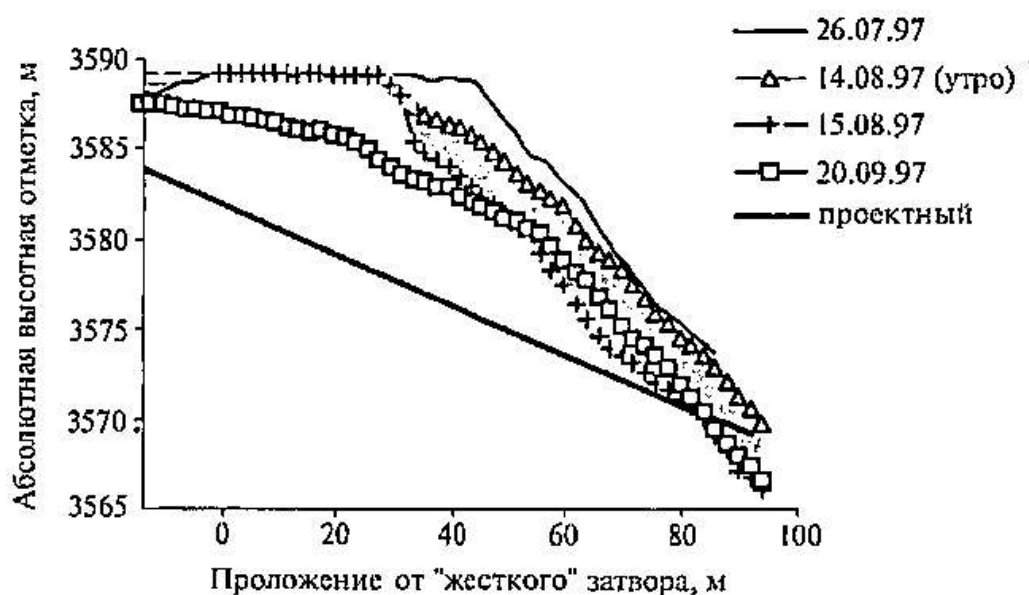


Рис.2. Профили каналов стока.

Вместо того, чтобы разобрать вручную и с помощью взрывчатых веществ образовавшуюся самоотмостку и с помощью лаводка, организуемого синхронным открытием затворов, углублять канал стока, как это предлагалось КазНИИМОСК, производители работ приняли решение о переносе “мягкого” затвора ближе к озеру, продолжив попуски только с помощью последнего. И хотя в дальнейшем синхронные попуски были осуществлены, сформировавшаяся самоотмостка не позволила получить

ощутимые результаты. Это хорошо иллюстрируется профилем канала стока, образованным к 14.08.97 г. (рис.2). Несмотря на то, что число попусков превысило сотню, работы зашли в тупик. За половину месяца канал стока был увеличен меньше, чем за первые три дня работы, когда самоотмостка еще не образовалась.

13-14.08.97 г., во время отсутствия производителей работ, сотрудники КазНИИМОСК с помощью рабочих Казселезащиты произвели разборку самоотмостки по методике, отвергавшейся ответственными исполнителями. Результаты попусков, осуществленных 15.08.97 г., оказались весомее результатов, полученных за предыдущие 20 дней.

И опять, вместо того чтобы предотвратить формирование самоотмостки и продолжить углубление канала стока, производители работ приняли решение о переносе положения "мягкого" затвора ближе к озеру. Такие действия привели к фактическому провалу работ (рис. 3, профиль на 20.09.97 г.). Утверждение о том, что "...В итоге выполнения аварийных работ основная задача по ликвидации селевой угрозы в бассейне р. Малая Алматинка была решена ..." [1], не соответствует действительности. Озеро опорожнено не на 110 тыс. м³, а максимум на 55-60 тыс. м³, уровень воды в озере понижен не на 4,9 м, а на $2,6 \pm 0,1$ м [3].

В отчете КазНИИМОСК [3], принятом Казселезащитой без замечаний, в частности говорится: "...причиной того, что в ходе работ не удалось опорожнить озеро до проектной величины, является то, что систематически не выполнялись главные требования, лежащие в основе гидравлического способа разрушения перемычек: наклон русла ниже "мягкого" затвора должен превышать 12°, а расход и объем водного паводка - критические значения для конкретных геолого-геоморфологических ситуаций. ... Рельеф в районе перемычки, сформировавшийся на 30.09.97 г. существенно отличается от такового, который должен был иметь место при запланированном опорожнении озера на 6 м ... Для предотвращения катастрофической ситуации необходимо в период абляции вести круглосуточное наблюдение за состоянием перемычки и принимать меры, исключающие возможность неконтролируемого разрушения перемычки ... Работы по опорожнению озера № 6 в 1997 г. следует считать промежуточным этапом ... и ... должны быть продолжены в 1998 г."

События последующих лет полностью подтвердили прогноз КазНИИМОСК. В 1998 году, из-за оползневых явлений и обрушения склонов,

примыкающих к каналу стока, высотные отметки перемычки достигли величины, предшествовавшей началу работ 1997 г. (рис.3, профиль на 01.08.98 г.). Казселезащита вынуждена в течение уже 4 лет в летний период держать на озере бригаду рабочих, расчищающих канал стока с целью предотвращения катастрофического опорожнения озера.

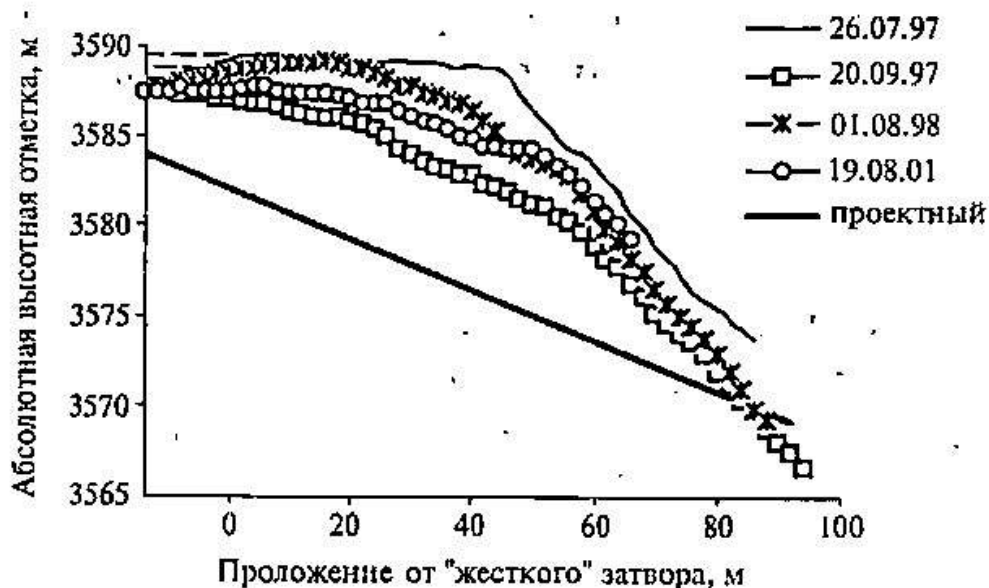


Рис.3. Профили каналов стока.

Судя по всему, озеро усиленно развивается и, возможно, его объем превысил значение, предшествовавшее 1997 году. Незавершенность работ по опорожнению озера № 6 может привести к катастрофе, превосходящей катастрофу 1977 года в бассейне р. Кумбель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане - Алматы: Гылым, 1998. - 102 с.
2. Земс А.Э. Некоторые количественные характеристики Жарсайского селя 1963 года на р. Иссык // Селевые потоки. - М.: Гидрометеиздат, 1976. - № 1. - С. 60-72.
3. Отчет о научно-исследовательских, экспериментальных и полевых работах с целью ликвидации селевой угрозы в бассейне р. М. Алматинки: Отчет о НИР / КазНИИМОСК - Алматы, 1997. - 90 с. - Отв. исполнитель Б.С. Степанов.
4. Попов В.И., Степанов Б.С., Мочалов В.П. и др. Селевые явления 3-31 августа 1977 г. в бассейне р. Большая Алматинка // Селевые потоки. - М.: Гидрометеиздат, 1980. - № 4. - С. 57-68.

5. Селевой поток 3-4 августа в бассейне р. Большая Алматинка // Ежегодник "Селевые потоки на территории КазССР за 1977 г." - Инв. № 7/1204. - Алма-Ата УГМС Селевая гидрографическая партия. - С.1-21.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ ГЛЯЦИАЛДЫ КӨЛДЕРІНІҢ ПРЕВЕНТИВТІК БОСАТЫЛУЫНЫҢ КЕЙБІР САБАҚТАРЫ

Геогр. ғылымд. докт.	Б.С. Степанов
	А.Х. Хайдаров
Геогр. ғылымд. канд.	Р.К. Яфязова

Есік, Үлкен және Кіші Алматы өзендері алабындағы көлдердің босатылу нәтижелері келтірілген. Сел қаупі бар көлдерді босату жұмыстарын аяғына дейін жеткізбеу қатерге апара алатыны туралы қорытынды жасалған.