

УДК

**ВЫСОКОГОРНЫЕ МОРЕННО-ЛЕДНИКОВЫЕ ОЗЕРА КАК
ИСТОЧНИКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЕЛЕВОГО РИСКА**

Канд. геогр. наук Б. Тасболат

В статье рассмотрены разные типы моренно-ледниковых озер, которые способствуют возникновению селевого риска гляциального генезиса.

Активизация селевых явлений в горных районах Казахстана обуславливает необходимость усиления мер по защите населения, социально-хозяйственных объектов и окружающей природной среды от их негативного воздействия. Целям обеспечения безопасности проживания и хозяйственной деятельности на селеугрожаемых территориях служит управление селевыми рисками, которое включает превентивные мероприятия по предотвращению возникновения селей и сокращению характеристик селей, а также оперативные действия по сокращению возможного ущерба при их прохождении.

Одним из распространенных источников возникновения селевых рисков в Юго-восточном Казахстане являются горные водоемы. Ниже рассматриваются некоторые особенности горных озер Заилийского Алатау и возможности управления селевыми рисками, обусловленными их прорывами.

Внутренние водоемы, способные инициировать возникновение селевых потоков, могут иметь место в теле ледников и морен. *Внутриледниковые полости*, наполненные водой, обнаруживаются на многих ледниках в различных горных районах мира. Имеющиеся в литературе данные (серьезное обобщение было сделано в свое время Ю.Б. Виноградовым [1]) свидетельствуют о существовании в толщах ледников разветвленных и обладающих значительной емкостью систем трещин, пещер, туннелей. Размеры полостей значительно превосходят размеры протекающих через них водных потоков. В крупных ледниках емкости могут быть подразделены на внутриледниковые и подледниковые. Подледниковые системы характеризуются наличием наносов и влиянием на них топографии глетчерного ложа. Месторасположение внутриледниковых и подледниковых емкостей практически не имеет внешних признаков и изменчиво в пространстве. Заполнение полостей водой носит аperiodический характер и может быть обусловлено различными причинами,

связанными со сложными деформационными процессами в толще ледников. Возникающие внутренние озера могут иметь как долговременное (с длительными стадиями развития и консервативного состояния) так и кратковременное существование. Все внутриледниковые водоемы являются потенциально прорывоопасными. Выброс ледниковых вод из внутренних водоемов может осуществляться на поверхность ледника (в виде фонтанов), на контактах ледника и склона глетчерного ложа или из-под языка ледника. При прорывах придонных внутриледниковых полостей иногда отмечается и выброс значительного количества твердых наносов (в виде песка и мелкой гальки). Вероятность прорыва внутриледниковых водоемов наиболее велика при подвижках отдельных блоков и ледника в целом. Высокая вероятность прорыва внутриледниковых водоемов имеет место при высоком температурном фоне. Селевые явления, обусловленные прорывами внутриледниковых водоемов, зависят от характеристик прорывных паводков и морфогенетических особенностей зоны их распространения. Это могут быть как небольшие селепроявления, так и крупные грязекаменные потоки. Прорывы внутриледниковых водоемов являются вполне типичными для Заилийского Алатау. Они достаточно часто происходят в бассейне р. Озерная, имели место в бассейнах р. Проходная, р. Кумбельсу. Как правило, прорывные воды взаимодействуют с рыхлообломочным материалом рытвин на современных моренах, формируя небольшие селевые потоки, которые распластываются в пределах зандровых полей и троговых долин. Однако, с прорывами внутриледниковых емкостей (по ряду версий) связано и прохождение крупного селевого потока в 1956 г. в бассейне р. Малая Алматинка.

Внутриморенные водоемы. Внутреннее строение морены характеризуется обилием водопроводящих систем и гротов различных размеров и конфигураций. При исследовании морен Малоалматинских ледников (В.А. Голубович [2], А.П. Горбунов [3]) выявлено, что формирование гротов в погребенных льдах происходит по линиям их разломов. Каналы стока вырабатываются непосредственно во льду, и вода находится в прямом контакте с его поверхностью. На моренах Малоалматинских ледников фиксировались гроты, которые достигали несколько сот метров в длину, десятки метров в ширину, до пяти метров в высоту; при этом мощность погребенного льда над гротом была в пределах десяти метров. Закупорка каналов стока или гротов (вследствие обрушения сводов, намерзания, деформации блоков погребенного льда и т.д.) может приводить к накоплению в моренах значительных объемов воды. Месторасположение внутриморенных емкостей

непостоянно и наличие их трудноопределимо. Заполнение внутриморенных полостей водой аperiodично. Внутриморенные водоемы являются потенциально прорывоопасными. Прорывы внутриморенных водоемов наиболее вероятны при высоком температурном фоне и существенной увлажненности морен, обеспеченной выпадением дождей и таянием снега, погребенного льда и ледников. При взаимодействии прорывных вод с селеформирующими грунтами возникают селевые потоки, характеристики которых зависят от расходов и объемов паводков, морфометрии и состояния потенциальных селевых массивов. В Заилийском Алатау прорывы внутриморенных водоемов и обусловленные ими небольшие селевые явления отмечались в бассейнах р. Узункаргалы, р. Левый Талгар. Прорыв внутриледникового водоема (по одной из существующих версий) явился причиной формирования крупного селевого потока в 1975г. в бассейне р. Большая Алматинка.

В связи с неопределенностью мест нахождения внутриледниковых и внутриморенных водоемов мероприятия по предотвращению их прорывов практически невозможны. Управление селевыми рисками может заключаться в снижении характеристик формирующихся при этом селевых потоков с помощью селезащитных сооружений по пути их движения, оповещения о возникших селевых явлениях. Так, например, в случае более раннего возведения плотины в урочище Мынжилки можно было бы избежать формирования крупного грязекаменного селя на р. М. Алматинка в 1956 г.

Поверхностные водоемы. Подпруженные озера. Озера, подпруженные обвалами. Завальные озера возникают в результате запруживания водотока обвалами, оползнями. Завальные озера приурочены в основном к зонам тектонических разломов и сбросов. Наиболее частой причиной их возникновения являются сильные землетрясения. Кроме того, такие озера также расположены в местах сужения долины, благоприятных для образования обвалов иного генезиса. При наличии многометровых толщ рыхлого грунта на крутых склонах долины, образование обвалов и оползней может происходить при аномально высоком увлажнении склонов, эрозионной подрезки склонов селями или паводками [4, 5, 8, 9]). Озера, образовавшиеся при обрушении на дно долины с перекрытием русла реки значительных масс горной породы, могут существовать продолжительное время, проходя многолетние стадии развития и консервативного состояния. Объемы таких озер могут достигать десятки млн. м³. Водный режим водоемов, подпруженных оползнями и обвалами, обусловлен, как правило, сезонными колебаниями притока. Сток из завальных озер осуществляется преимущественно поверхностным путем. Завальные озера являются потенциально прорывоопасными.

Причинами разрушения озерной перемычки и возникновения прорывного паводка могут являться вхождение в озеро паводков или селевых потоков, сформировавшихся в вышерасположенных зонах бассейна подпруженной реки; обрушения в верхнем бьефе плотины оползней и обвалов с прилегающих к котловине озера склонов, попятная эрозия в канале стока, землетрясения и т.д. Вероятность прорыва завального озера возрастает в периоды, благоприятные для возникновения паводков, оползней и селей в вышерасположенных зонах его бассейна. Разрушение озерной перемычки и возникновение прорывного паводка может привести к полному или частичному опорожнению озера. В случае частичного опорожнения озеро может продолжить свое существование (в консервативном состоянии или даже вновь развиваясь) с сохранением угрозы последующих прорывов. Прорывные паводки обуславливают прохождение наносоводных паводков или грязекаменных потоков в ниже расположенной зоне бассейна. Масштабы формирующихся при этом селевых явлений зависят от объема опорожнения, расхода прорывного паводка, геоморфометрических характеристик зоны распространения последнего. В Заилийском Алатау завальные озера приурочены к зонам тектонических разломов и сосредоточены в диапазоне высот 1700...2700 м. Наиболее крупным из них являлось озеро Есик, которое прорвалось в 1963 г.. Разрушение озерной перемычки произошло под воздействием многометровых волн, возникших на озере при вхождении в него селевого потока, сформировавшегося на морене ледника Жарсай. В результате прорыва перемычки озеро практически полностью опорожнилось, а по р. Есик прошел мощный наносоводный паводок, нанесший значительный ущерб. Большое Алматинское озеро, образованное в результате перекрытия р. Озерная грандиозным обвалом сейсмического происхождения несколько сот лет назад, в прошлом неоднократно прорывалось, обуславливая формирование мощных селевых потоков, выходящих по р. Большая Алматинка за пределы гор. Прорывы завальных озер – Кольсай и Каянды явились причиной прохождения крупных наносоводных паводков по р. Шелек.

Снижение риска прорыва завальных озер может быть достигнуто с помощью превентивных мероприятий, направленных на укрепление озерной перемычки, стабилизации канала стока через нее, предотвращения возникновения селевых явлений в верхней зоне бассейна и т.д. В настоящее время прорывоопасность ряда завальных озер в Заилийском Алатау снижена за счет укрепления и наращивания их перемычек (Большое Алматинское озеро, Есик, Кольсай); предотвращению вхождения крупных селевых потоков в акваторию озера Есик служит сквозная селезадерживаю-

щая плотина, возведенная на р. Жарсай; управление возникновением селевых явлений в верховьях бассейна р. Есик осуществляется с помощью контролируемых опорожнений моренных озер.

Образование *озер, подпруженных ледником*, может происходить при пульсационных подвижках последних и случается вообще нечасто, но для отдельных районов является типичным и аperiодически повторяющимся. Озера могут образовываться в долинах боковых притоков, подпруженных ледниками главных долин, между ледниками и склонами долин, а также в главной долине, при выходе в нее ледника из бокового притока [1]. Возникающие озера существуют непродолжительное время, быстро увеличиваясь в размерах, как правило, в течение одного абляционного периода. Согласно литературным данным объемы воды, скапливающейся за запрудой, создаваемой пульсирующим ледником, могут достигать десятков млн. м³. Озера, подпруженные ледниками, являются потенциально прорывоопасными. Подпруженные ледниками озера опорожняются преимущественно через внутреннюю дренажную систему, однако, могут иметь место случаи и поверхностного перелива. При опорожнении озер по дренажной системе каналы стока увеличиваются в размерах, обеспечивая возрастание расходов прорывных паводков, вплоть до катастрофических масштабов. Вероятность прорыва водоемов, перемычкой которых является тело движущегося ледника, возрастает по мере увеличения глубины озера. Большинство исследователей считают, что она наиболее высока при достижении уровня воды в озере 0,9 высоты перемычки, ибо основной причиной прорыва этих озер предполагается эффект всплывания ледяного барьера или отдельных его блоков. В Заилийском Алатау селевых явлений, непосредственной причиной которых явился бы прорыв подпруженного пульсирующим ледником озера, не зафиксировано, но наличие здесь пульсирующих ледников не позволяет игнорировать возможность возникновения подобных озер с последующими явлениями прорыва и селеформирования. Целям своевременного выявления подвижек ледника может служить аэро- и космомониторинг горных территорий. Так, при обнаружении подвижки ледника Богатырь в бассейне р. Шелек было произведено контролируемое опорожнение одноименного озера объемом около 10 млн. м³. Реализация управленческих решений в данном случае позволила избежать возникновения и прохождения селевого потока крупных масштабов.

Другой разновидностью *подпруженных водоемов являются озера со снеголавинными перемычками*. Они возникают в том случае, когда зи-

мой в тальвегах горных долин скапливается снег, принесенный метелями и сошедшими со склонов лавинами, а весной эти плотные снежные массы становятся препятствием для пропуска возрастающих расходов воды. Озера, подпруженные снеголавинными плотинами, возникают аperiodически (в зависимости от снежности зимы и интенсивности повышения температуры воздуха в весенний период), существуют непродолжительное время и являются потенциально прорывоопасными. Снежные плотины прорываются в результате формирования канала стока в природной части перемычки. Расширение канала стока в снежной перемычке происходит в результате механического воздействия потока на насыщенные водой своды снежного туннеля. Вероятность прорыва таких озер увеличивается от момента их появления по мере роста объема скапливающейся воды и повышения температурного фона. Расходы прорывных паводков зависят от объема накопившейся воды, а сами паводки называются водоснежными, т.к. содержат большое количество плотных (льdistых) комьев снега, захватываемых потоком при разрушении снеголавинной дамбы. Прорывные паводки (водные или водоснежные) по пути прохождения способны вызвать эрозионно-сдвиговые или эрозионно-транспортные процессы, обуславливающие формирование селевых потоков. В Заилийском Алатау селевые явления, обусловленные прорывами кратковременно возникающих водоемов при подпруживании стока снеголавинными дамбами, достаточно типичны для р. Горельник. Это наносоводные паводки, проходящие здесь поздней весной (или начале лета). Подобные селепроявления аperiodически фиксируются в селевом очаге р. Кумбельсу (в начале селеопасного периода), они могут иметь место и в других бассейнах.

Управление селевыми рисками может быть связано с разбором снеголавинных перемычек, препятствующим накоплению большой массы воды в верхнем их бьефе.

Подпруживание поверхностных водотоков может производиться плотиной, образованной погребенным льдом или конечным валом. Такие явления отмечаются на участках морен, характеризующихся изменением планово-высотного положения точек рельефа вследствие неодинаковой горизонтальной и вертикальной скорости движения отдельных частей погребенного льда. *Подпруженные мореной озера* могут быть приурочены к местам перекрытия мореной, расположенной в основной долине некоторого частного притока. Нередко подпруживание озера обеспечивается моренами нескольких ледников. Они наблюдаются на моренах больших долинных

ледников, их возникновение обуславливается определенным сочетанием морфологических, геологических и гляциальных условий. Сток из озер этого типа осуществляется как по поверхностной, так и по внутриводоточной дренажной системе. Подпруженные моренами озера характеризуются длительным существованием, как правило, стабильны по внутригодовому ходу летнего заполнения и осенне-зимней (частичной или полной) сработки. Подпруженные моренные озера могут иметь большие размеры в связи с особенностями морфологии долины водотока, а также высотой и проницаемостью плотины. Подпруженные моренами озера являются потенциально прорывоопасными. Однако, в период консервативной стадии, когда они мало изменяются в размерах, имеют поверхностный сток, вероятность катастрофического опорожнения озер мала. Предположительно, опорожнение озера в этот период может происходить постепенно в течение длительного времени по известному по практике принципу ледяного затвора, периодически открывающего и закрывающего вход в дренажную систему. Если подпруженные озера расположены на моренах больших ледников, длина которых превышает 5...7 км, при опорожении происходит распластывание прорывной волны по длине дренажной системы. В качестве другого механизма разгрузки озера рядом исследователей предполагается рассредоточенная фильтрация сквозь ледяной барьер. При этом в подпруженном озере создается динамическое равновесие притока и оттока воды. В случае увеличения размеров озера такого типа вероятность прорыва с опасно-высокими значениями расхода возрастает. Подпруженные моренами озера имеют место в Заилийском Алатау. При общей потенциальной прорывоопасности подобных озер вероятность прорыва многих из них в нынешней стадии существования невелика. Наименее прорывоопасными являются озера, расположенные на древних моренах.

Подпруженные моренные озера должны находиться под контролем с целью отслеживания их динамики: выявления возможного перехода в стадию развития с увеличением опасности прорыва, либо в стадию исчезновения (медленной деградации) – непрорывоопасного состояния. При возрастании степени селевого риска возможны мероприятия по принудительному спуску озер.

Озера, возникающие в результате заполнения понижений рельефа ледниково-моренного комплекса, могут быть подразделены на западинные и провальные [6, 7]. Западинные озера (ложбинные, краевые, приледниковые, озера мертвого льда) заполняют замкнутые понижения в моренном ре-

льефе между открытой частью ледника и фронтальным уступом морены. Котловины западных приледниковых озер формируются в результате неравномерного вытаивания открытого и погребенного льда. Развитию озерных котловин способствует увеличение водности и повышенная температура воды. Западные озера располагаются на пути течения поверхностных водотоков. Часто приток воды к моренному озеру западного типа происходит по нескольким руслам. Кроме того, приток может осуществляться и внутренним путем. Сток из западных озер осуществляется как поверхностным так и внутренним путем. В отдельных случаях плотина озер может являться скальный ригель. Это имеет место у каровых моренных озер, которые являются непрорывоопасными. В большинстве случаев плотины западных озер представлены льдом, мерзлой брекчией или рыхлообломочным моренным грунтом. Западные озера имеют постоянное место дислокации и долговременное существование с сезонными колебаниями объемных характеристик, проходя стадии возникновения, развития и исчезновения. На стадии возникновения длина и ширина озера могут составлять несколько метров. Наибольшие изменения морфометрических характеристик западных озер происходят на стадии развития. Интенсивность развития озер может быть непостоянной во времени. Нередко после нескольких лет устойчивого увеличения площади и объема озеро может войти в консервативную стадию, также продолжающуюся несколько лет, в течение которых существенного роста характеристик озера не наблюдается. Далее может начаться либо деградация озера, либо новый этап его развития. Этап развития озера может прерваться его опорожнением. Опорожнение западных озер может происходить в виде истечения с расходом, превышающим обычный сток, но не вызывающим существенную деформацию каналов стока и тем самым оставляющим возможность нового наполнения водой и развития озера, и в виде прорыва. В связи с возможностью опорожнения в виде прорывного паводка (обусловленного ослаблением озерной плотины, сложенной рыхлообломочным материалом и льдом, а также гидравлической связью озера с внутридренажной системой) западные озера являются потенциально прорывоопасными. Озера могут прорываться как поверхностным путем, так и через грот [8, 9]. Прорывоопасность западных озер возрастает на стадии их развития. При этом при продвижении зеркала водной поверхности в сторону фронтального уступа морены увеличивается вероятность опорожнения озера поверхностным путем, а появление вблизи канала стока трещин, просадок, сползаний моренного чехла на уступе мо-

рены может свидетельствовать об увеличении вероятности прорыва озера через грот. В том и другом случае вероятность расходов прорывного паводка, достаточных для возникновения селеформирующих процессов, весьма велика. Наиболее вероятен прорыв западного озера при гидрометеорологической ситуации, типичной для формирования гляциальных селей [10]. После прорыва озеро может прекратить свое существование, либо перейти в разряд аperiodически заполняющегося.

Провальные озера заполняют трещины, провалы, термокарстовые воронки, образованные в результате термокарстовых процессов и разрывных деформаций погребенного льда ледниково-моренного комплекса. Часто провальные озера называют термокарстовыми. Озера провального типа приурочены преимущественно к большим долинным ледникам, на моренах которых часто располагаются группами. Приток воды в термокарстовые озера осуществляется внутриморенным путем. Плотиной провальных озер обычно служит лед, покрытый моренным материалом. Провальные озера имеют постоянные места дислокации, могут характеризоваться долговременным существованием, проходя все стадии от развития до исчезновения. Провальные озера потенциально прорывоопасны. Прорывы их чаще всего осуществляются через внутреннюю дренажную систему. Вероятность прорыва увеличивается с увеличением размеров озера. Это сопровождается также изменениями и в дренажной системе, которые находят свое отражение и на поверхности морены в виде увеличения числа водопроводящих гротов, уменьшения уклона фронтального уступа морены, появления на нем трещин, воронок и провалов. Прорывные паводки могут инициировать возникновение селевых явлений. Вероятность селеформирующего прорыва возрастает у тех озер, у которых выходное отверстие грота расположено не более чем на 500 м от озера. Прорывы провальных озер наиболее вероятны на фоне высокой температуры воздуха при повышенной увлажненности (при условиях, критических для формирования гляциальных селей). После прорыва провальные озера долговременного существования с периодическим режимом заполнения могут регенерировать в виде аperiodически заполняющихся и кратковременно существующих водоемов.

Аperiodически возникающие провальные озера возникают в пустующих (иногда в течение многих лет) котловинах некогда наполненных, но опорожнившихся водоемов. Заполнение пустующей котловины начинается в случае, если традиционный транзит талых вод через нее оказыва-

ется невозможным. Одной из причин этого могут являться снежно-ледовые пробки, образующиеся в зимний период в дренажной и поверхностной системе стока. Апериодически возникающие озера существуют непродолжительное время, быстро наполняясь, и опорожняются, как правило, в течение одного теплого сезона. Опорожнение такого временного (апериодически заполняющегося) озера может происходить в виде истечения с небольшим (относительно обычного) повышением расхода, а также в виде прорывного паводка. Возможность стремительного опорожнения озера со значительным нарастанием расхода делает апериодически заполняющиеся озера потенциально прорывоопасными. Прорыв временного озера происходит преимущественно через грот вследствие разрушения снего-ледовой пробки в канале стока. Вероятность прорыва озера, появившегося и наполняющегося в ранее пустовавшей котловине, возрастает с увеличением его объема. Момент реализации прорыва достаточно случаен, не связан с гидрометеорологическими условиями. Прорывы временных (апериодически заполняющихся) озер часто обуславливают формирование селевых потоков, в том числе и крупного масштаба.

В Заилийском Алатау западинные озера широко распространены. В настоящее время здесь имеют место как озера, находящиеся в стадии консервативного состояния и деградации и характеризующиеся малой вероятностью прорыва, так и интенсивно развивающиеся с высокой степенью опасности прорыва. Так, с прорывами западинных озер на морене ледника Туюксу связан крупный селевой поток в бассейне р. Малая Алматинка в 1973 г.

Провальные озера также имеют достаточно широкое, хотя и менее чем западинные, распространение в Заилийском Алатау. В течение последних 30-ти лет ряд провальных озер, возникнув и развиваясь, неоднократно создавали селеопасную обстановку в различных бассейнах. Имели место случаи опорожнения провальных озер без существенных деформаций канала стока и формирования селевых явлений.

Провальные и западинные озера должны быть объектами наблюдений на всех стадиях возникновения и развития, а также и после их опорожнения. Управление селевыми рисками должно осуществляться путем уменьшения вероятности их прорывов. Это может достигаться с помощью переброски стока, контролируемого опорожнения. Реализация прорывоопасных ситуаций в на морене ледника Туюксу неоднократно приостанавливалась благодаря контролируемому опорождению озера №8, а на морене ледника М. Маметовой – снижением объема воды в одноименном озере.

Прорвавшееся и сформировавшее крупный селевой поток в 1977 г. озеро № 13 в бассейне р. Кумбельсу начинало вновь наполняться (за счет развития котловины и одной из частей его акватории), что в целях предотвращения прорыва потребовало сооружения в нем небольших временных отводящих дамб.

Временные, аperiodические заполняющиеся озера – довольно частое явление в Заилийском Алатау. Возникновение и развитие их заканчивалось прорывом с формированием крупного грязекаменного потока в бассейне р. Каскелен 1980 г. Однако, при последующих заполнениях озера (№16) в бассейне р. Каскелен и возникающей при этом опасности прорыва имели место его опорожнения в виде истечения с небольшими расходами, не вызвавшими формирования крупных селей. Возникнув в ранее пустовавшей котловине временное озеро в бассейне р. Средний Талгар, быстро наполнилось и прорвалось, сформировав грязекаменный поток, разрушивший спортивную базу «Альплагерь».

Превентивные мероприятия по опорожнению аperiodически возникающих озер затруднены в связи с внезапностью и кратковременностью их заполнения. Основные усилия по управлению селевыми рисками в данном случае связаны со своевременным выявлением опасности, оповещением о ней и принятием мер по сокращению возможного ущерба (прекращением доступа в зоны воздействия, эвакуация и др.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Ю.Б. Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 154 с.
2. Голубович В.А. О динамике некоторых элементов моренных образований Малоалматинских ледников. // Селевые потоки. – 1978. – Сб. 3. – С. 124-129.
3. Горбунов А.П. Гляциальные сели и пути их прогноза // Труды КазНИГМИ. – 1971. – Вып. 51. – С. 45-56.
4. Мочалов В.П., Виноходов В.Н. Прорывные паводки в бассейне р. Кайнды. // Селевые потоки. – 1985. – Сб. 9. – С. 124-129.
5. Мочалов В.П., Шевырталов. Е.П. Прорывной паводок в бассейне р. Кольсай 2 июля 1984 г. // Селевые потоки. – 1986. – Сб. 10. – С. 150-155.
6. Керемкулов В.А. Морфометрические характеристики и классификация моренных озер. // Селевые потоки. – 1985. – Сб. 9. – С. 36-46.

7. Попов Н.В. О селеопасных озерах гляциальной зоны Заилийского Алатау. // Проблемы противоселевых мероприятий. – Алма-Ата: «Казахстан», 1984. – С. 96-105.
8. Керемкулов В.А., Цукерман И.Г. Модель катастрофического опорожнения озера через проран в теле перемычки, сложенной рыхлообломочными породами // Селевые потоки. – 1984. – Сб. 8. – С. 92-110.
9. Керемкулов В.А., Цукерман И.Г. Модель опорожнения моренного озера через грот. // Селевые потоки. – 1985. – Сб. 9. – С. 59–70.
10. Керемкулов В.А., Киренская Т.Л. О прогнозировании прорыва моренных озер. // Селевые потоки. – 1985. – Сб. 9. – С. 84-92.

Южно-Казахстанский гуманитарный университет им. Ауэзова

Геогр. ғылымд. канд. Б. Тасболат

Мақалада гляциалдық генезисті сел қауіп-қатерінің пайда болуына әсер ететін мореналық-мұздыұтық көлдердің әр түрлі типтері қарастырылған.