

Усунаев Ш.Э., Ерохин С.А., Нарам Чуйико, Дайыров М.А., Усубалиев Р.А.

**КЫРГЫЗСТАНДЫН ЖАРЫЛУУ КОРКУНУЧТАГЫ ТОО
КӨЛДӨРҮНҮН МӨНГҮ-ТОҢ ЖЕР ТИПТЕШТЕРҮҮ МОДЕЛИ
ЖАНА ИНЖЕНЕРДИК-ГЕОНОМИЯЛЫК КАРТАСЫ**

Усунаев Ш.Э., Ерохин С.А., Нарам Чуйико, Дайыров М.А., Усубалиев Р.А.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОНОМИЧЕСКАЯ КАРТА И МОДЕЛЬ
ГЛЯЦИО-МЕРЗЛОТНОЙ ТИПИЗАЦИИ ПРОРЫВООПАСНЫХ
ГОРНЫХ ОЗЕР КЫРГЫЗСТАНА**

Sh.E. Usupayev, S.A. Erokhin, Narama Chuyiko, M.A. Daiyrov, R.A. Usubaliev

**ENGINEERING-GEONOMIC MAP
AND MODEL OF GLACIUM DEPENDENT TYPICALIZATION
OF BREAKOUT MOUNTAIN LAKES KYRGYZSTAN**

УДК 624.131 : 551.340

Мөңгүлөр, түбөлүк мөңгү-тоңжер-морендик көлдөр, таи-глетчерлер жана узак мөөнөттүү тоңжерлер түбөлүк планетанын климаттык балансты түзүүдө башкы ролду ойнойт. Азыркы учурда жакында эле пайда болгон бийик тоо көлдөр жарылыштары пайда болушу менен, ал эми 100 жылдан ашык турган көлдөр, бул тездешине байланыштуу көп жыл боюнча тоң жерлер трансформация болуп, морена мөңгү – майышуу жана мөңгү бузулушу кайра өсүшүндө. Көлдөрдүн плотиналары, таи-глетчер менен белектерилген, жана таи-глетчер менен тутумдаш, алар ондогон же жүздөгөн жылдардан бери сакталды жана жер астындагы дренаждык каналдары бар, аны менен геочыпкалоо дренаждык тутумдарды түзөт. Температурасын жогорулатуу менен, тоң жерлер бузулуп жана муздар эригенде жер астындагы дренаждоо каналдарын бир өзгөртүп, бош орундарды пайда кылат, шыпалып түшүү жер астындагы туннельдерди пайда кылат жана жер үстүндө эрозиядан төмөндөтүү кесиктер пайда болот. Биринчи жолу жогорудагы өзгөчөлүктөрү менен байланыштуу инженердик геономиялык карта түзүлгөн жана Кыргызстандын криосфера түзүлүшү модели ишке ашырылды.

Негизги сөздөр: мөңгүлөр, суук, морендик, жарыла турган көлдөр, дамба, плотина, инженердик геономия, суу ресурстары, муздоо азаюу учур, мөңгүлөө, терраса кабаттары, неотектоникалык.

Ледники, ледниково-мерзлотно-моренные озера, каменные глетчеры и многолетняя мерзлота играют ведущую роль в формировании климатического баланса планеты. В настоящее время происходят прорывы как вновь образованных высокогорных озёр, так и которым более 100 лет, что связано с ускорением трансформации многолетней мерзлоты, гляцио-деформациями морен и деградации ледников. Плотины озёр, представленные моренами и сопряженные с каменными глетчерами, сохраняются десятки или сотни лет и имеют подземные каналы стока и

геофльтрационные дренажные системы. При росте температуры, деградации мерзлоты и таянии ледника подземные каналы стока трансформируются, расширяются образуя пустоты, обрушение сводов которых создают подземные тоннели и эрозионные врезина поверхности. В связи с вышеприведенными особенностями проведено инженерно-геономическое картирование и моделирование закономерностей гляцио-мерзлотного строения криосферы Кыргызстана.

Ключевые слова: ледники, многолетняя мерзлота, морены, прорывоопасные озера, плотины, типизация, инженерная геономия, вода, водные ресурсы, оледенения, межледниковья, этажи террас, неотектоника.

Glaciers, glacial-frozen-moraine lakes, rock glaciers and permafrost play a leading role in shaping the planet's climate balance. Currently, there are breakthroughs in both the newly formed high-altitude lakes, and which are more than 100 years old, which is connected with the acceleration of the transformation of permafrost, glaci-deformation of moraines and the degradation of glaciers. Dams of the lake represented by rock glaciers are preserved for tens or hundreds of years and have underground drainage channels and geofiltration drainage systems. The transformation of frozen ground massifs and glacial deformation of moraines leads to the breakthrough of lakes due to the formation of cryo-erosion cuttings and the removal of moraine-detrimental material with a volume of up to several million cubic meters. With increasing temperature, permafrost degradation and glacier melting, underground drain channels are transformed, expanding to form voids, the collapse of the vaults of which form underground tunnels and erosion depressions on the surface. In connection with the above features, for the first time, engineering-geomorphic mapping and modeling of the cryospheric structure of Kyrgyzstan were carried out.

Key words: glaciers, permafrost, moraines, explosive lakes, dams, typification, engineering geomorphology, water, water resources, glaciation, interglacials, terrace floors, neotectonics.

Введение. Высокогорные прорыво-опасные озера Кыргызстана и представляют угрозу паводково-селевого поражения инфраструктурам и населению проживающему вблизи русел рек.

За счёт летнего таяния снега и льда, быстрых темпов подъема нулевой изотермы, ливневых дождей весеннего периода, проявляются экстремальные потоки от прорыва высокогорных озер, которые увеличивают модуль поверхностного стока до 300–400 л/сек · км² [1–5].

Выявление на основе составления инновационных интегрированных инженерно-геономических карт и моделей взаимосвязи деградирующих ледниковых покровов, гляцио-моренных прорыво-опасных горных озер и оттаивающих многолетне-мерзлых грунтов, является актуальной проблемой. Вследствие прорыва плотин озер прорывным потоком происходит размывание русла рек и податливых рыхлых склоновых пород за считанные часы, при этом огромная масса крупнообломочных материалов с мелкоземистым заполнителем на пути селевого грязе-каменного вала с большим объём и массой сносит всё на своем пути [3–6].

На территории Кыргызстана до 34% ее площади заняты многолетне-мерзлыми грунтовыми условиями, где на 4% (8048 км²) площади страны в прихребтовых зонах и покровно залегают 6516 ледников с запасами воды около 650 км³. При учете ледников с площадью менее 0,1 км² их число возрастает до 7633, а площадь их увеличится до 8108 км² [1, 2].

При этом, соотношение площадей распространения покровного оледенения и многолетней мерзлоты составляет 1: 8,5 [2, 6].

Как правило от ледников транзитом через территории многолетней мерзлоты берут начало 2044 рек и их притоков длиной более 10 км., создавая сеть поверхностных их русел протяженностью до 35 тыс. км, т.е. 5,6 км русел приходится на 1 км² площади страны [1, 6].

Доля ледникового и снегового питания вышеуказанных рек и их притоков достигает до 80% [1, 6].

Близ сферы влияния ледников на многолетне-мерзлых грунтах получили распространение более 3000 высокогорных озер, 1923 из которых с площадью зеркала более 0,1 км², а 100 озер более 1 км² [2–6].

При этом, до 20–30% от общего числа высокогорных гляцио-мерзлотных озер имеют температурно неустойчивые ледовые и/или многолетнемерзлые моренные плотины. Горные прорывоопасные озера неоднократно ранее периодически формировались в четвертичное время в века перехода оледенений в межледниковья и располагались на древних много-

летне-мерзлых территориях Кыргызского Тянь-Шаня [5–6].

В четвертичном периоде зафиксированы 8 неотектонических фаз импульсов роста гор, образование 7 этажей речных террас и 7 ледниковых стадиялов и межледниковых интерстадиалов [6].

В **Нарынской** неотектонической фазе, с формированием Чаткальского этажа террас представлены нижние Кокджарсуйские грубообломочные межледниковые и Баубашатинские верхне ледниковые мелкоземистые лессовые покровы ритма антропогенных отложений возраста *QIct* с интервалом абсолютных датировок по ископаемым древним почвам (400–600 тыс. лет). В века деградации ледников были развиты древние прорыво-опасные горные озера [5, 6].

Атойнакская неотектоническая фаза роста гор, в результате Джергаланского межледниковья и последующего Аксайского оледенения образовали Онарчинский этаж речных террас возраста *QIIon* (190–200 тыс. лет) на территории Кыргызстана. В века деградации ледников, образовывались прорыво-опасные горные озера [5, 6].

Сукулукская фаза орогенеза, связанное с Боомским межледниковьем перешедшим в Таласское оледенение образовали Афлатунский этаж речных террас возраста – *QIaf* на территории Кыргызстана. При этом было образовано обширное Боомское озеро как западный залив озера Иссык-Куль (170–180 тыс. лет) [5, 6].

Иссык-Кульская неотектоническая фаза роста гор Тянь-Шаня, сопровождалась переходом Кызыломпульского межледникового интерстадиала в Алайский ледниковый стадиял, с образованием Ала-мединского этажа комплекса террас – *QIIal* (140–160 тыс. лет). При деградации ледников, образовывались прорывоопасные горные озера [5, 6].

Ала-Арчинская фаза ритма новейшего горообразования, позволила сформировать Кассанские нижние разрезы межледниковых грубообломочных отложений, перекрытые Туркестанскими ледниковыми лессовыми покровами Беловодского этажа террас возраста – *QIIIbl* (80–100 тыс. лет), занимающие наибольшие площади на территории Кыргызстана. Таяние ледников и многолетней мерзлоты приводили к формированию горных прорыво-опасных озер [5, 6].

Кураминский неотектонический импульс роста гор, привел к формированию Капкатасского нижнего межледникового и верхнего Кокшаальского ритма четвертичных отложений образовавших Камышановский этаж террас возраста – *QIIIkm* (20–40 тыс. лет). В века перехода оледенений в межледниковья, образовывались прорывоопасные горные озера [5, 6].

Сандалашская фаза неотектоники роста гор, сформировал Токмоцкий межледниковый нижний и Тянь-Шаньский ледниковый верхний ритмы антропогена с образованием Теркского этажа речных террас возраста – *QIVtr* (6-8 тыс. лет) [5, 6].

Современная верхнеголоценовая (начинающаяся) – *QIV* 0-4 тыс. лет). В настоящее время на границе отступления ледников образуются прорывоопасные горные озера [5, 6].

Таким образом, в четвертичное время на территории Кыргызского Тянь-Шаня, имели место с позиций изученности, формирования прорывоопасных горных озер, 8 кратные ритмы древних мерзлотных обстановок, ледников и межледниковий связанные с ростом и денудацией гор и вариациями солнечной активности [5, 6].

Современная изученность прорывоопасных горных озер ежегодно дополняется данными повторного мониторинга и зондирования горных озер к которым относятся:

1-ежегодные аэровизуальные облеты и визуальные обследования высокогорных прорывоопасных горных озер.

2-наземные исследования акватории прорывных озер и их плотин.

3-каталогизация с ранжированием по степени прорывоопасности исследуемых горных озер Кыргызстана.

4-комический дистанционный мониторинг прорывных горных озер, с наблюдением динамики их активного развития для оценки степени прорывоопасности их плотин в процессе их эволюции [3-7].

Методика исследований. В работе использованы классические методы картирования и новая инженерно-геономическая методология интегрированного картирования и преобразования карт в геон-модели закономерностей распределения, типизации и прогнозирования развития высокогорных прорывоопасных горных озер, с учетом изменений климата. Аэровизуальные исследования ледников методологически начинается в июне и заканчивается в сентябре, когда нулевая изотерма опускается до 4-х тыс.м. Съёмки снеговых запасов и обследования высокогорных прорывоопасных горных озер с помощью вертолетов Ми-8 МТВ, проводят периодически в МЧС Кыргызстана [5].

Результаты исследований. Оледенения и многолетне-мерзлые породы в связи с их весьма чувствительными к климатическим изменениям характеристикам, в периоды их деградации индуцируют геориски, ведущие к проявлениям следующих опасных процессов и явлений: пульсаций их языков; ледовых обвалов; фирновых лавин; прорывов внутри-

ледниковых полостей; образованию прорывоопасных плотин приледниковых и/или морено-ледниковых горных озер; обрушению части ледника и/или формированию завальных ледовых прорывоопасных плотин горных озер [5-6, 8].

Выше указанные геокриологические ледовые и мерзлотные геориски представляют угрозу для всех видов строительства на данных грунтах [6, 9].

Прорывоопасные горные озера расположены в близи или непосредственно в контакте с ледниками, количество и площади которых распределены на следующих горных узлах и хребтах Кыргызстана: массив Ак-Шыйрак 154 ледников $S = 435 \text{ км}^2$, в т.ч. ледник Петрова длиной 14 км и площадью $70,6 \text{ км}^2$; у пиков Хан-Тенгри и Победы басс. р. Сары-Жаз 340 ледника ($S=1581 \text{ км}^2$), ледник Южный - $613,2 \text{ км}^2$, Северный Энилчек $216,2 \text{ км}^2$; Чон-Алайский хребет у пик Ленина (7139 м) площадь ледников составляет $1329,3 \text{ км}^2$ в т.ч. а $697,5 \text{ км}^2$ в пределах Кыргызстана; северный склон хр. Какшаал-Тоо 600 ледников площадью - $90,76 \text{ км}^2$; Ак-Сайский горный узел у пика Донкова (5982 м) площадь ледников 443 км^2 ; бассейн оз. Ысык-Куль Кунгей Ала-Тоо 159 ледников - $140,3 \text{ км}^2$, а на северном склоне хр. Тескей Ала-Тоо 675 ледников - $510,1 \text{ км}^2$; северный склон хр.Таласского Ала-Тоо 202 ледника - $120,7 \text{ км}^2$, южный склон 62 ледника - $10,8 \text{ км}^2$; хр. Кыргызский Ала-Тоо 607 ледников - $530,4 \text{ км}^2$, в т.ч. $9,4 \text{ км}^2$ ледник Голубина в басс. р. Ала-Арча; Внутренний Тянь-Шань на хребтах: Борколдой - $250,3 \text{ км}^2$, Ат-Башы - $106,2 \text{ км}^2$; Жаны-Жер- 59 км^2 , Жетим-Бел - $71,5 \text{ км}^2$, Жетим - $136,6 \text{ км}^2$, Нура - $25,8 \text{ км}^2$, Нарын-Тоо - $69,4 \text{ км}^2$; Алайский хребт 1360 ледников - $956,3 \text{ км}^2$, где более 80 % т.е. 1088 ледников с $S = 816,2 \text{ км}^2$ находится в Кыргызстане, в т.ч. ледник Абрамова площадью $25,2 \text{ км}^2$ [3-7].

Ледники Кыргызстана отстают деградируя с середины 19 в., и имели тренд роста и новой деградации в конце 20 века. За последние 120-150 лет деградация отступления ледников составляют на 800 - 1000 м [1, 4-6, 9].

Около 8208 ледников с площадью $8,1 \text{ тыс. км}^2$ в летнее время на 30-35 % питают талой водой в 6 следующих бассейнах рек Кыргызстана: бассейн р. Сары-Джаз - 33 % от общего оледенения Кыргызстана; бассейн р. Нарын - 17 %; горное обрамление Ферганской долины - 12 %; Бассейн р. Кызылсуу западной - 8 %; бассейн оз. Иссык-Куль - 8 %; северный склон Кыргызского хребта - 5,8 % [1, 4-6, 9].

В целях комплексного исследования прорывоопасных горных озер в верховье басс. р. Ала-Арча при поддержке Чешского министерства ГЕОМИН под руководством Михал Черны и Ерохина С.А., была создана высокогорная экспериментальная озер-

но-ледниковая гидрометеорологическая станция на высоте 3600 м над уровнем моря при ИВПи ГЭ НАН Кыргызской Республики [3, 7].

В республике следует дополнительно построить 9 подобных станций для мониторинга прорывоопасных горных озер [3, 4].

В среднем каждые 10 лет в Кыргызстане происходят прорывы относительно крупных высокогор-

ных озер, которые наносят большой урон хозяйству и уносят человеческие жизни [3-5].

На рис. 2 представлена карта типизации прорывоопасных высокогорных озер по типам их плотин на территории Кыргызстана [4, 5].

Подобные карты прогноза прорывоопасных высокогорных озер рекомендуется составить для стран Центральной Азии.

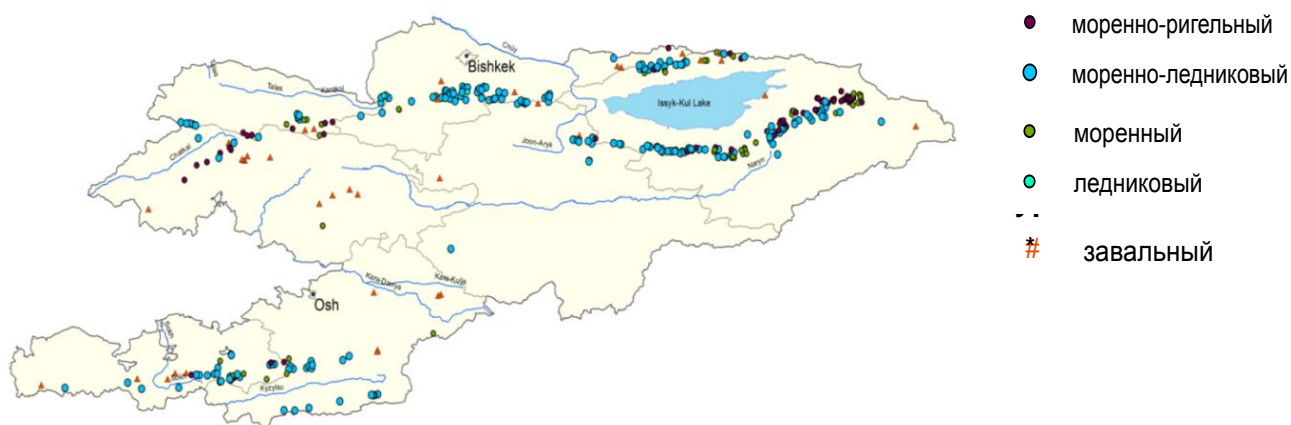


Рис. 2. Карта типизации прорывоопасных высокогорных озер по типам их плотин на территории Кыргызстана [4, 5].

По данным [3-5] из более 3000 озер 372 озер занесены в каталог прорывоопасных озер и распределены по областям: Джалалабадской - 26 озер; Иссык-Кульской - 170; Нарынской - 18; в Ошской и Баткенской - 65; Таласской - 21; в Чуйской области - 73 озер.

На рис. 2 показано распределение горных озер по типам их плотин, где 56 % - моренно-ледниковые, 21 % - моренно-ригельные, 12 % - моренные, 10 % - ледниковые [3-5].

С 1969 по 1990 г. прорыво-опасными были 9 горных озер, 2 - в Чуйской, 5 - Иссык-Кульской, по 1 озеру в Ошской и Баткенской областях. В 2015 г. по данным Департамента мониторинга и прогнозирования ЧС МЧС КР и Госгеоагентства в каталоге прорывных горных озер выделены: 1-ой категории - 7 озер, 2-ой категории 15, остальные 34 отнесены к 3-ей и 4-ой категории прорывоопасности [3-6].

В 2018 г. прорыво опасных 368 горных озер, которые распределены: в Джалал-Абадской области - 26 озер; в Иссык-Кульской области - 170; Нарынской области - 18; в Ошской и Баткенской областях - 60; Таласской области - 21; в Чуйской области - 73 озер [3-5].

На рис. 3 представлена разработанная с использованием методологии Усупаева Ш.Э. [6] новая карта интегрированной типизации и прогнозирования

формирования прорывоопасных моренно-ледниковых и ледниковых горных озер Кыргызстана, где впервые горные озера типизированы и отнесены по принадлежности к геокриологическим обстановкам и многолетней мерзлоте: I-Сыртовый; II-Кыргызско-Таласский; III-Заилийско-Кунгейский; IV-Таласско-Чаткальский; V-Алайский; VI-Сонкульский; VII-Сусамырский [9].

На данной карте (рис. 3) межгорные долины сопряженные с энергией высотных ярусов гор, подразделены на низкогорные (желтый цвет), средне- (зеленый) и высокогорные (розовый цвет).

Толстой линией синего цвета выделены границы водораздельных хребтов бассейнов стока рек. Прорыво опасные моренно-ледниковые и ледниковые горные озера красного цвета точками (рис.3).

Вертикальными штрихами черного цвета выделены территории распространения многолетне-мерзлых грунтов, а горизонтальные штриховки выделяют зоны свываждением атмосферных осадков до 600 мм и более в год. При типизации высокогорных прорывоопасных горных озер на карте (рис. 3) площади пересечения вертикальных и горизонтальных штриховок, позволяют выделить различные по активности их категории, требующие проведения более детальных исследований с использованием космических и наземных методов [6, 9].

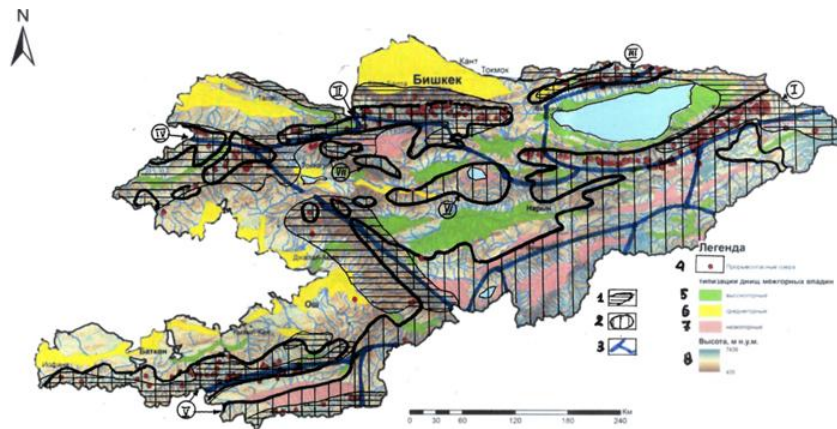


Рис. 3. Инженерно-геономическая карта типизации высокогорных прорывоопасных горных озер с позиции их гляцио-мерзлотного развития на территории Кыргызского Тянь-Шаня

ИГН карты и модели позволили впервые типизировать поширотную и повысотную закономерности распределения площадей геонемов: территориальности, долинности, оледененности, высокогорной озерности и многолетней мерзлотности (рис. 4, 5).

На рис. 4 из ИГН модели оценки рисков деградации ледников и изменения климата видно, что оледенение Кыргызстана образует в поширотном отношении с севера на юг 3 пика геонемов оледененности. При движении в южном направлении возрастает риск деградации ледников, в указанном направлении и будут оттаивать и деградировать поэтапно массивы оледенения [6, 9].

Из ИГН модели (рис. 4) видно, что пики активного оледенения, приурочены к пикам развития геонема орогенности. Наиболее северный пик геонема оледененности расположен на широте около 42° северной широты (рис. 4). Следующий по величине пик расположен на широте 41° , характеризуется наименьшим из 3 пиков развитостью и располагается

в срединной по широте части территории Кыргызстана. Третий пик геонема оледененности, расположен на широте $39^\circ 30'$ и на южной части ИГН модели коррелирует с пиком развития орогенности.

На рис. 5 приведена ИГН модель вертикально-высотного распределения площади распространения геонема: 1-оледененности, 2-орогенности, 3-долинности для территории Кыргызстана, где видно, что оледенение развито в пределах высот от 2,8 до 4,3 км и выше. Здесь выделяется 3 пика геонема оледененности, показывающая, что деградация ледника будет происходить в 3 этапа (рис. 5) [6, 9].

Обсуждение результатов. Кыргызстан состоит из 2-ух Тянь-Шаньской и Памиро-Алайской частей горных систем где 94,2 % ее территории лежит выше 1 км над уровнем моря, а 40,8 % выше 3 км. Климат резко континентальный с контрастами высотной поясности. Кыргызстан имел 8208 ледников площадью 8100 км^2 , питающих 6 бассейнов рек [6, 9].

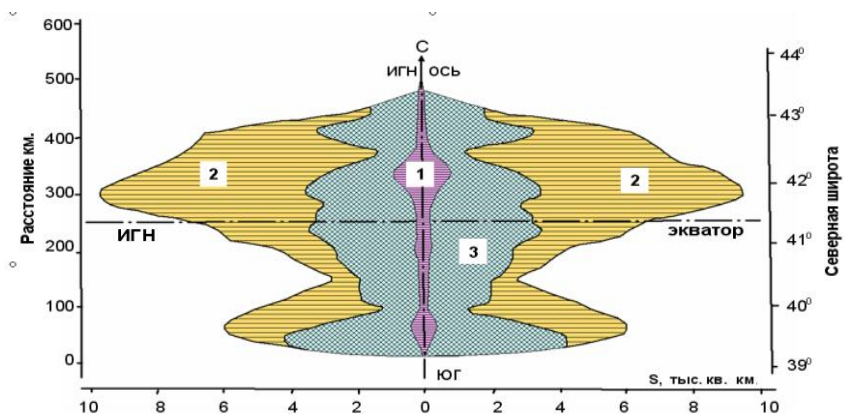


Рис. 4. Инженерно-геономическая модель латеральной поширотной закономерности распределения, типизации прогноза георисков на основе взаимосвязи площадей распространения геонемов: оледененности, мерзлотности, орогенности, долинности для территории Кыргызстана

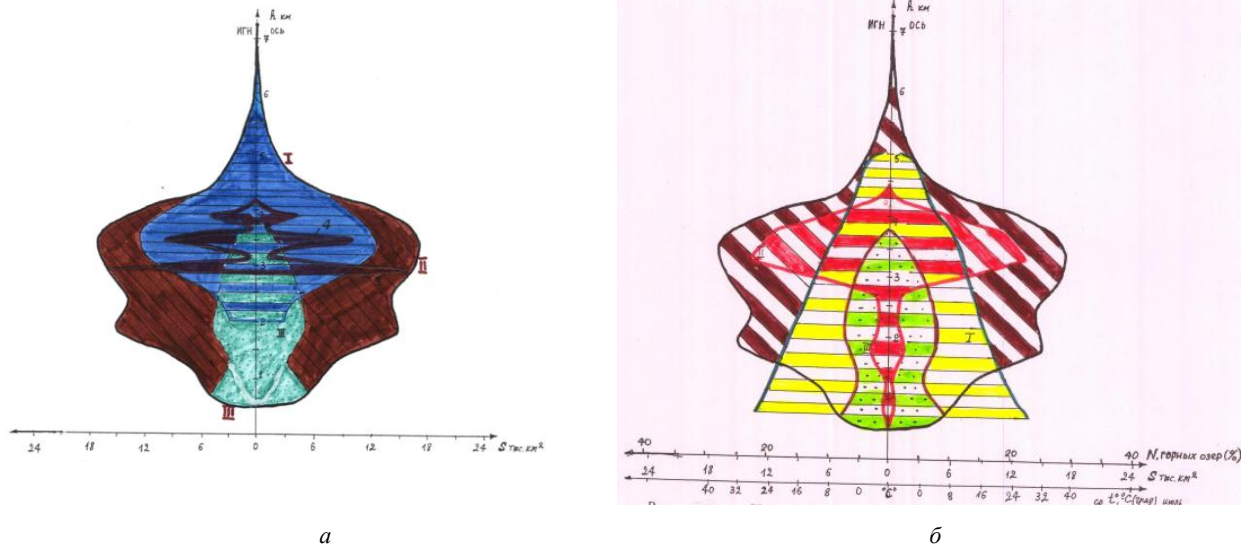


Рис. 5. ИГН модель зависимости вертикальной повисотной закономерности распределения, типизации и прогноза георисков от площадей распространения геонемов: а). многолетнемерзлых процессов, орогенности, долининости и оледененности, воздействующих на прорывоопасность плотин горных озер; б). средней температуры июля месяца, орогенности, долининости, высокогорной озерности и прорывоопасности их плотин в Кыргызстане

Оледененность распределена по их площади в бассейнах стока рек в следующем уменьшающемся порядке: 1 - р. Сары-Джаз 33 % от общего оледенения Кыргызстана; 2 - р. Нарын -17 %, 3 - горное обрамление Ферганской долины - 12%; 4 - р. Кызылсуу-западный - 8 %, 5 - бессточный бассейн оз. Иссык-Куль - 8 %, 6 - северный склон Кыргызского хребта - 5,8 % [1-2, 5-6].

Крупные 7 ледников имеют площади от 65 км² до 632 км² и длину от 11 до 60,5 км. [1-2, 5-6, 9].

На сыртах Тянь-Шаня сохранились шириной до 5-6 км субширотно протяженные на десятки и километров пенеблены – древние поверхности выравнивания. Ледниковый высокогорный рельеф занимает до 2,5 % территории Кыргызского Тянь-Шаня [6, 9].

Температура многолетне-мерзлых грунтов с ростом высоты горных сооружений понижается, и если на 5 км достигает (-10, -11 °C), а на 7 км до (-25, -26 °C) [1-2, 6, 9].

Максимальные мощности многолетнемерзлых грунтов превышают 1 км. Температура мерзлых грунтов изменяется от -0,7 °C до -7,9 °C.

Мощности сплошного распространения многолетнемерзлых грунтов превышает 100 метров и имеет в среднем температуру -3°C. Зоны с прерывистым развитием многолетней мерзлоты имеет мощности от 30 до 100 м., и температуру грунтов от -1 до -3 °C.

Площади занятые островной мерзлотой имеют мощности менее 30 м. и температуры от 0 до -1 °C [1-2, 6, 9].

Многолетне-мерзлые грунты с их геокриогенными опасными процессами и явлениями распределены в уменьшающемся по площади их распространения в следующем порядке: р. Нарын 12320 км², р. Части Ферганской долины 9888 км², р. Сары-Джаз-8976 км², р. Аксай 9152 км², р. Тарим 7146 км², р. Чу 4544 км², оз. Сонкуль 3963 км², р. Суусамыр 3854 км², р. Кызыл-Суу (Алайская впадина) 3472 км², оз. Иссык-Куль 3200 км², р. Чаткал 2336 км², оз. Чатыр-Кель 1536 км², р. Талас 144 км² [1-2, 6, 9].

Выводы

1. Изученность геологии и палеогеографии четвертичного периода указывает, что древние прорывоопасные горные озера, сопутствовали векам перехода оледенений в межледниковья и имеют 7 рубежей их развития в Кыргызском Тянь-Шане.

2. Мониторинг ледовых и моренно-мерзлых естественных плотин высокогорных прорывоопасных горных озер показывает, что их разгерметизация и разрушение тесно связаны с ростом деградации ледников и оттаиванием многолетней мерзлоты, динамикой подъема по высоте нулевой изотермы, вариациями солнечной активности и антропогенно-техногенной деятельностью человека.

3. В разработанных инженерно-геономических картах и моделях приведены закономерности распределения криогенных компонентов горных озер в зависимости от географической широты и долготы, а также повысотные отметки максимумов пиков геонемов: современного оледенения, многолетне-мерзлых грунтов и прорыво-опасных горных Кыргызстана.

4. ИГН карты и модели типизации прорыво-опасности плотин горных озер предназначены для обмена опытом работ с другими горными странами.

Литература:

1. Аламанов С.К., Сакиев К.С., и др. Физическая география Кыргызстана. Б: Турар. 2013. С. 140-141.
2. Атаканов У.А., Чаус А.К., Усупаев Ш.Э. Геокриология исследуемых мерзлотных систем Кыргызского Тянь-Шаня Материалы Научно-практической конференции “Наука и наукоемкие технологии” Б: Илим, 2000, С. 128-129.
3. Ерохин С.А., Касаткин В.М., Романовский А.В., Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д. Порядок определения зон паводкового и селевого поражения при прорывах горных озер. Система нормативных документов в строительстве. СП 22-02-01. Бишкек, 2001. 17 с.
4. Ерохин С.А. Мониторинг горных озер Кыргызстана. Сб. конф.: «Снижение риска природных катастроф в горах». Б: Salam, 2009. С.34-40.
5. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (Изд. 16-е с изм. и доп.). Б: МЧС КР, 2019. 820 с.
6. Усупаев Ш.Э. Инженерно-геономическая методология моделирования и оценки геокриосферных рисков при глобальном изменении климата на планете Земля и ее субчастях. Сборник статей и докладов научной конференции: «Перспективы использования водно - энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата». Душанбе, 2009. С. 59 – 63.
7. Michal Cerny, MiroslavSobr, Zbynek Engel, Vojtech Benes. Final Report. Research of Petrov Lake 2009. Customer: Kumtor Operating Company. Kyrgyz Republic. Contractor: GEOMIN company, Czech Republic. Jihlava, December PP. 56.
8. Дайыров М.А., Усупаев Ш.Э., Молдобеков Б.Д., Нарма Ч. Космический и наземный мониторинг георисков отпрорывоопасных гляциальных озер Кыргызского Тянь-Шаня. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (Изд. 16-е с изм. и доп.). Б: МЧС КР. 2019 – С.765 – 779.
9. Усупаев Ш.Э., Усубалиев Р.А., Ерохин С.А., Чаус А.К., Атаканов У., Азисов Э. Инженерная геономия гляцио-мерзлотных георисков на территории Кыргызстана. Материалы международной научно-практической конференции “Совершенствованине прогнозирования и управления стихийными бедствиями”, посвященной десятилетию кафедры “Защита в чрезвычайных ситуациях” и Учебного, научно-технического центра”, “Развитие гражданской защиты” КРСУ и МЧС КР 16 мая 2016 г. Бишкек. 2016, С. 93-96.

Рецензент: к.г.-м.н. Ормуков Ч.А.