

Усубалиев Р.А., Мамадалиева З.Э., Осмонов А.Т.

ТРАНСЧЕКАРАЛЫК КҮРКҮРӨӨ, ПАДЫША-АТА, ИСФАНА ЖАНА АК-СУУ ДАРЫЯЛАРЫНЫН БАССЕЙНДЕРИНИН АЗЫРКЫ АБАЛЫН АНАЛИЗДӨӨ ЖАНА БААЛОО: МӨҢГҮ СИСТЕМАЛАРЫНЫН АЗЫРКЫ АБАЛЫ

Усубалиев Р.А., Мамадалиева З.Э., Осмонов А.Т.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТЕКУЩЕЙ СИТУАЦИИ В БАССЕЙНАХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК КУРКУРОО, ПАДЫША-АТА, АК-СУУ, ИСФАНА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕДНИКОВЫХ СИСТЕМ

R.A. Usubaliev, Z.E. Mamadalieva, A.T. Osmonov

ANALYSIS AND ASSESSMENT IN TRANSBOUNDARY RIVER BASINS KURKUROO, PADYSHA-ATA, ISFANA AND AK-SUU: PRESENT STATE OF GLACIAL SYSTEMS

УДК: 551.32.6

Чек аралар аркылуу агып өтүүчү Күркүрө, Падыша-Ата, Исфана жана Ак-Суу дарыялары Кыргызстандын тоолуу райондорунан баш алып, алардын суусу коңшулаш Казакстан, Өзбекстан жана Тажикстан республикаларынын аймактарына жетет. Катар өзүнүн физикалык-географиялык жайгашуусуна байланыштуу жогоруда аталган суу бассейндеринин мөңгү системалары түрдүү сандык жана сапаттык көрсөткүчтөргө ээ. Аталган суу бассейндеринде муздун тоңушун баалоо үчүн СССРдин мөңгүлөр каталогунун, ЖПИБА мөңгүлөрүнүн каталогунун материалдары пайдаланылды, ар түрдүү жылдары космостон тартылган Landsat, Sentinel сүрөттөрү иштетилди. Муздун тоңушун изилдөөнүн натыйжасында акыркы 50-60 жыл ичинде Күркүрө, Падыша-Ата жана Ак-Суу мөңгүлөрүнүн көпчүлүк аянты кыскарган (50 % га) жана ошого жараша алардын көлөмү азайып бара жаткандыгы аныкталды. Каралып жаткан суу бассейндеринин мөңгү системалары өтө катуу деградицияланган. Дарыялардын жалпы агымынын калыптануусунда, айрыкча жайкы вегетациялык мезгилде, мөңгүлөрдүн мааниси зор экендигин эске алып, мөңгүлөрдүн өзгөрүүсүнө үзгүлтүксүз байкоо салуу жана изилдөөлөрдү жүргүзүп туруу климат ааламдык деңгээлде өзгөрүп шартта суу корлорун башкаруу жана пайдалануу боюнча чечимдерди кабыл алууда, ошондой эле Борбордук Азияда социалдык-экономикалык өнүктүрүүнүн мындан аркы келечеги үчүн зарыл шарт болуп эсептелет.

Негизги сөздөр: мөңгү системалары, азыркы абал, трансчегаралык дарыялар, Күркүрө, Падыша-Ата, Исфана, Ак-Суу, Кыргызстан.

Трансграничные реки Куркуроо, Падыша-Ата, Исфана и Ак-Суу формируются в горных районах Кыргызстана и несут свои воды на территорию соседних республик Казахстана, Узбекистана и Таджикистана. В силу своих физико-географических расположений ледниковые системы вышеуказанных речных бассейнов имеют различные количественные и качественные показатели. Для оценки оледенения использованы материалы Каталога ледников СССР, каталога ледников ЦАИИЗ, проведена обработка космических снимков Landsat, Sentinel за различные годы. За последние 50-60 лет произошло значительное сокраще-

ние площади большинства ледников Куркуроо, Падыша-Ата и Ак-Суу (практически на 50 %) и соответственно идет уменьшение их объемов. Ледниковые системы рассматриваемых речных бассейнов сильно деградированы. Учитывая важность ледников в формировании общего стока рек, в особенности в летний, вегетационный период, организация систематического мониторинга и исследований за изменениями ледников является необходимым условием при принятии решений по управлению и использованию водных ресурсов в условиях глобального изменения климата и дальнейших перспектив социально-экономического развития в Центральной Азии.

Ключевые слова: ледниковые системы, современное состояние, трансграничные реки, Куркуроо, Падыша-Ата, Исфана и Ак-Суу, Кыргызстан.

Kurkuroo, Padysha-Ata, Isfana and Ak-Suu transboundary rivers are formed in the mountainous areas of Kyrgyzstan and carry their waters to the territory of the neighboring republics of Kazakhstan, Uzbekistan and Tajikistan. Due to their physiographic locations, the glacial systems of the above-mentioned river basins have different quantitative and qualitative indicators. In this work, the materials of the Catalog of Glaciers of the USSR, the Catalog of Glaciers of CAIAG were used to assess glaciation and process the Landsat and Sentinel satellite images for different years. The glaciation of the considered basins, it was revealed that over the past 50-60 years there has been a significant reduction in the area of most of the Kurkuroo, Padysh-Ata and Ak-Suu glaciers (almost 50 %) and, accordingly, their volumes are decreasing. Glacial systems of the considered river basins are highly degraded. Considering the importance of glaciers in shaping the general flow of rivers, especially in summer (vegetation period) the systematic monitoring and research on changes in glaciers is a prerequisite when making decisions on the management and use of water resources in the context of global climate change and future prospects for socio-economic development in Central Asia.

Key words: glacial systems, present state, transboundary rivers, Kurkuroo, Padysha-Ata, Isfana and Ak-Suu, Kyrgyzstan.

Введение. Трансграничные речные бассейны - это территории, на которых располагаются реки

межгосударственного значения. Изучение таких речных бассейнов актуально в условиях глобального потепления климата и социально-экономического развития стран Центральной Азии. Воды трансграничных рек используются населением прилегающих территорий в независимости от принадлежности какой-нибудь стране. В целях устойчивого развития таких районов, эффективного управления и рационального использования речных потоков между государствами, водных ресурсов речных бассейнов необходимо систематически изучать, проводить мониторинг и делать прогнозы. В регионе одним из важных составляющих водных ресурсов являются ледниковые системы, их роль и современное состояние. Поэтому очень важно изучать и исследовать ледниковые системы отдельно взятого речного бассейна.

Объекты исследований. Бассейн р. Куркуроо находится на северном склоне хребта Таласский Ала-Тоо, в его западной части. Хребет Таласский Ала-Тоо расположен на северо-западе Тянь-Шаня и является крупнейшим водоразделом между речными бассейнами рек Нарын, Чаткал и Талас. Его средняя высота 3700-3800 м. Отдельные вершины хребта превышают 4000 м. Наивысшая точка находится в западной части хребта – 4488 м [1].

Водораздельная часть хребта имеет типичный альпийский тип рельефа. В целом хр. Таласский Ала-Тоо характеризуется наличием рельефно выраженного предгорья, а в верховьях рек на высотах свыше 3000 м располагаются каровые ниши, приуроченные к трем гипсометрическим уровням. На высоте 3500 м и выше расположена верхняя категория каров – каровые впадины. К ним и приурочено основное современное оледенение речных бассейнов. Зона формирования р. Куркуроо расположена на территории Кыргызстана и является одним из трех притоков р. Асса, которая считается второй самостоятельной рекой в данном регионе, уступая по водности главной реке Талас. Тем не менее, р. Асса принимает ещё два притока Кок-Сай, Ак-Сай. На территории Казахстана. В верховьях всех трех притоков р. Асса имеются современные ледники.

Бассейн р. Падыша-Ата расположен на юго-восточном склоне Чаткальского хребта Западного Тянь-Шаня. Средняя высота Чаткальского хребта около 4000 м, а отдельные вершины поднимаются до 4400-4500 м [1].

Хребет скалистый и сильно изрезанный, склоны глубоко расчленены. Располагаясь на западной периферии горной системы Тянь-Шаня, Чаткальский хребет отличается повышенным увлажнением большей части гляциально-нивалью пояса, но из-за относительно низких высот и смещения времени максимума выпадения осадков на зимне-весенние

месяцы, оледенение здесь развито не столь хорошо, как в других регионах Тянь-Шаня.

В целом физико-географические условия неблагоприятны для существования здесь мощного оледенения и это проявляется в его общем масштабе и размерах отдельных ледников. Река Падыша-Ата, как и реки Кара-Суу, Кассан-Сай и Ахангаран, стекает с южных склонов Чаткальского хребта и непосредственно впадает в р. Нарын, Сырдарья в пределах Ферганской долины на территории Узбекистана. Большинство из них относится к категории трансграничных речных бассейнов. В верховьях, река Падыша-Ата образуется слиянием двух главных составляющих притоков – северо-восточный или левый р. Кашка-Суу и юго-западный или правый р. Мускатор. Все реки района, за исключением р. Ахангаран, которая является рекой снегового питания, относятся к снегово-ледниковому типу питания.

Реки Ак-Суу и Исфана являются левыми притоками р. Сырдарья и берут свое начало из ледников, расположенных на северном склоне Туркестанского хребта. Самый западный приток реки Ак-Суу, река Дакат-Суу, расположена на территории Республики Таджикистан.

Туркестанский хребет начинается от Матчинского горного узла в западном направлении, а Алайский хребет простирается в восточном направлении от вышеназванного горного узла и вместе они ограничивают Ферганскую долину с юга. Туркестанский и Алайский хребты имеют на северных склонах систему грядовых поднятий, которые располагаются параллельно главным хребтам. Отдельные вершины Туркестано-Алайской горной системы местами поднимаются выше 5000 м. Их гребневые части покрыты современными ледниками, а реки, берущие свое начало на северном склоне главного хребта, прорезают передовые поднятия и впадают непосредственно в р. Сырдарью.

Туркестанский и Алайский хребты имеют формы типично альпийского рельефа. Большинство ледников располагается в верховьях долин, склоны которых имеют очень большую крутизну и подняты на 400-500 м над поверхностью ледников. Над основной долиной располагаются кары, цирки и височные долины, в которых лежат ледники.

Ледниковые системы бассейна р. Куркуроо. Современное оледенение бассейна р. Куркуроо относится к одному из четырех районов оледенения хребта Таласский Ала-Тоо. Это самый западный район оледенения хребта и включает в себя ледники бассейнов рек Ак-Сай, Кок-Сай, Куркуроо, Сулубакаир и Кара-Буура. Ледники в районе занимают 79,5 км², что составляет почти половину 48 % общей площади оледенения в бассейнах рек Асса и Талас [2].

Оледенение во всех бассейнах рек представлено в основном небольшими ледниками, крупных ледни-

ков очень мало. По морфологическим типам преобладают каровые, висячие и переходные между ними типы ледников. Имеются также в незначительном количестве котловинные и долинные ледники, но их суммарная площадь и размеры ледников больше, чем у первой группы типов ледников.

Бассейн р. Куркуроо имеет относительно большую площадь оледенения по сравнению с другими речными бассейнами северного склона хребта Таласский Ала-Тоо. По данным Каталога ледников СССР [2], ледниками занято 39,4 км² или 49,6% от площади оледенения всех речных бассейнов западного района оледенения хребта Таласский Ала-Тоо. Здесь же находится наибольший по площади ледник – Куручколь (3,8 км²). Всего в бассейне р. Куркуроо имеется 38 ледников общей площадью 38,1 км². Кроме того, в бассейне этой реки имеется 21 ледников размерами менее 0,1 км² каждый общей площадью 1,3 км². Всего по бассейну р. Куркуроо 59 ледников общей площадью 39,4 км². Это составляют 74,7 % от общего

количество ледников и 89,5 % общей площади оледенения бассейна р. Асса.

В бассейне р. Куркуроо по морфологической классификации преобладают карово-долинные и карово-висячие ледники. Долинные и каровые ледники составляют 10,5 % каждый (таблица 1). Наибольшие по площади и длине котловинные, каровые-долинные и долинные ледники, соответственно, от 1,0 до 3,8 км² и от 1,6 до 3,3 км². Значительное количество ледников имеют северную, северо-восточную и северо-западную ориентацию (89,4 %).

Ледники покрыты поверхностными моренами, при этом огромное количество моренного материала, образованного в результате переноса лавинами горных пород, а также со склонов, окружающих ледник, транспортируются вниз. В нижней части ледники сливаются с боковыми и конечными моренами и образуют сплошной моренный чехол, покрывающий значительную площадь языка ледников. Площадь поверхностных морен ледников достигает до 30-35 %.

Таблица 1

Морфологические типы ледников [2]

Типы ледников	Долинные	Карово-долинные	Каровые	Каровые-висячие	Висячедолинные	Котловинные	Присклоновыкарровые	Висячие	Кулуаровые	всего
Количество	4	13	4	8	2	2	1	2	2	38
в %	10,5	34,2	10,5	21,0	5,3	5,3	2,6	5,3	5,3	100
Площадь, км ²	4,2	19,0	2,1	3,4	0,7	7,4	0,3	0,5	0,5	38,1
в %	11,0	49,9	5,5	8,9	1,8	19,4	0,8	1,3	1,3	100

Ледниковые системы бассейна р. Падыша-Ата. Современное оледенение района представлено ледниками преимущественно небольших размеров. Преобладают ледники малых форм – каровые и висячие. В этом отношении исключением не является и оледенение бассейна реки Падыша-Ата. По данным Каталога ледников СССР [3], здесь имеются 13 ледников общей площадью 3,2 км². Кроме того, в бассейне р. Падыша-Ата имеется 22 ледника размером менее 0,1 км² каждый общей площадью 1,5 км². Всего в бассейне 35 ледников общей площадью 4,7 км². Основы оледенения составляют каровый тип и его переходные формы – присклоново-каровые и карово-висячие типы, табл. 2.

Таблица 2

Распределение ледников по морфологическим типам [2]

Типы	Каровые	Присклоново-каровые	Карово-висячие	Всего
Количество	7	2	4	13
Площадь, м ²	2,2	0,2	0,8	3,2

Река Падыша-Ата образуется при слиянии двух речных потоков, а имеющиеся там ледники почти одинаковы как по количеству, так и по площади: в бассейне р. Кашка-Суу 6 ледников площадью 1,4 км²,

в бассейне р. Мусктор площадь 5 ледников составляет 1,5 км². Долинные ледники отсутствуют. Наиболее крупный ледник Кен-Тор карового типа расположен в бассейне р. Мусктор. Его площадь 1,2 км², длина 2,4 км. Площадь остальных ледников не превышает 0,5 км². Второй наиболее длинный ледник находится в бассейне р. Кашка-Суу, его длина 1,5 км. Длина остальных ледников 0,5-1,0 км. Объем льда в ледниках составляет всего 0,0602 км³ [3].

Бассейн р. Падыша-Ата отличается асимметрией оледенения. Подавляющее количество ледников находится не на склоне главного, Чаткальского хребта, а в его отрогах. В связи с этим на склонах северной, северо-западной, северо-восточной и восточной ориентации расположено 92,4 % всех ледников рассматриваемого речного бассейна, что составляет более 96,8 % общей площади оледенения, в то время как на склонах близкой к южным, юго-восточной экспозициям всего – соответственно 7,6 и 3,2 % [6]. Площадь ледников, покрытой мореной, незначительна. Информация о величине таяния на ледниках скудна, а исследования для этих целей не проводятся. Тем не менее, можно судить по историческим данным, полученным на леднике Кен-Тор в 1963-1965 гг. На этом леднике ежегодно стаивал

слой льда толщиной 3,49 м. Величина годового стаяния льда ледников, естественно, значительно колеблется. В 1964 г. стаял слой льда толщиной более 5 м, а в 1965 г. - всего 2 м [4].

Ледниковые системы бассейнов рек Ак-Суу и Исфана. По данным Каталога ледников СССР [5] оледенение в рассматриваемых речных бассейнах было представлено 39 ледниками размером более 0,1 км² общей площадью 23,2 км². Из них в бассейне р. Исфана имеется всего 1 ледник площадью 0,4 км². Кроме того, в бассейне р. Ак-Суу имеется 6 ледников размером менее 0,1 км² (табл. 3). Современное оледенение бассейнов рек представлено в основном ледниками малых размеров. Преобладающее число ледников имеет размеры 0,1 – 0,5 км². Поэтому, площадь среднего ледника в бассейне реки Ак-Суу равна 0,5 км². Ледников с размерами более 1,0 км² мало. Самым крупным ледником является ледник циркового типа № 13, площадь которого составляет 2,5 км² при длине 3,3 км. Крайний западный приток реки Ак-Суу, р. Дакат-Суу относится к территории Республики Таджикистан, в верховьях реки расположено 11 ледников общей площадью 5,0 км² [5].

Морфологические типы ледников представлены разнообразными формами: собственно долинные (38,5 %), каровые (23,1 %) и висячие (10,2 %), а также карово-висячие (12,8 %) ледники [5].

Таблица 3

Распределение ледников по бассейнам рек [5]

Бассейн рек	Число ледников		Площадь ледников	
	Общее	в %	км ²	в %
Ак-Суу	45	97,8	23,3	98,3
Исфана	1	2,2	0,4	1,7
Всего	46	100	23,7	100

В совокупности они составляют 84,6 % от количества ледников. Но основы оледенения составляет долинные ледники, ими занято 57,7 % площади оледенения бассейна. Остальные типы ледников представлены только в количестве одной единицы. Висяче-долинный и цирковый типы отличаются – они самые крупные по площади ледники. Каровые ледники имеют различные размеры в зависимости от величин кара, который они заполняют. Как правило, верховья долин заняты ледниками долинного типа, выше располагаются небольшие ледники карового или висячего типа. В настоящее время многие из них, в результате сокращения площади льда, отчленились и являются самостоятельными ледниками. Большинство висячих ледников подпитывают за счет обвалов льда и снега расположенные ниже долинные ледники, табл. 4.

Таблица 4

Морфологические типы ледников [5].

Типы ледников	долин-ные	каровые	каровые-висячие	Висячие	карово-долин-ные	висяче-долин-ные	висячий-кар	асим-метрич-ный кар	цирк	прискло-новый	Всего
Количество	15	9	5	4	1	1	1	1	1	1	39
в %	38,5	23,1	12,8	10,2	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	100
Площадь, км ²	13,4	2,0	1,5	0,9	0,4	1,8	0,2	0,4	2,5	0,1	23,2
в %	57,7	8,6	6,5	3,9	1,7	7,8	0,9	1,7	10,8	0,4	100

Основными экспозициями ледников бассейна реки Исфана и Ак-Суу являются северная, северо-восточная и северо-западная (95 % общего числа ледников речного бассейна). Экспозиция северных румбов 52,4 % от общего количества ледников. Период абляции ледников начинается с апреля и кончается в октябре продолжительностью 200-220 дней. Время таяния непосредственно льда значительно короче. Непосредственные наблюдения за таянием ледников в этом речном бассейне не проводилось.

Интенсивность таяния ледников изменяется в широких пределах в зависимости от высоты, погодных условий, месяца и конкретного года. Июль и август - самые теплые месяцы периода абляции. На языке ледника Райгородского (бассейн р. Сох) в

июле 1968 г. интенсивность таяния колебалась от 4,2 до 11,0 мм/°С в сутки (в среднем 7,4 мм/°С сутки).

В августе интенсивность таяния льда составляет от 0 - 8 мм/°С в сутки (в среднем 5,5 мм/°С в сутки). На леднике Райгородского в 1938 г. интенсивность таяния была равна 8,3 мм/°С-сутки, а в 1968 г. на той же высоте - 4,5 мм/°С-сутки, т.е. таяние происходило почти в два раза меньше [8].

С таянием ледников связана и гидрологическая роль ледников. Ледниковое питание горных рек преобладает в теплый период года и в годовом стоке рек не превышает 30-35 %, хотя оценка ледникового стока для рассматриваемых рек практически отсутствует. Достаточно изученным речным бассейном является р. Сох. Ледниковый сток р. Сох составляет 30,2 % годового, за июль – сентябрь ледниковое пи-

тание равно 49,5 % стока реки. В рассматриваемых речных бассейнах ориентация ледников северо-западных, северных и северо-восточных румбов.

Преимущественно северная и близкое к нему ориентация ледников обуславливает благоприятное существование и сохранность ледников, они менее подвергаются таянию. В условиях продолжающегося потепления приземного слоя атмосферного воздуха, стабильное и продолжительное таяние ледников будет сказываться на водобеспеченности речного стока. Талые ледниковые воды поддерживают сток реки, особенно, в засушливые годы, когда необходимость в воде будет лишь возрастать.

Колебания и изменения ледников. Современное потепление климата на Тянь-Шане начало проявляться со второй половины прошлого столетия [6]. Высокогорным районам Тянь-Шаня с весенне-летним максимумом увлажнения свойственен асинхронный ход температур и осадков, то есть потепление сопровождается уменьшением осадков, главным образом, за счет летних осадков.

Определенное влияние на режим ледников оказывает загрязненность поверхности ледника различными веществами, роль которых в усилении интенсивности таяния ледников значительна. По этой причине у большинства ледников длина и площадь их открытой части со временем постепенно уменьшаются. Кроме того, на большей части гляциально-нивальных зон Западного Тянь-Шаня, а также на невысоких участках Туркестанского хребта сезонная снеговая линия вышла за пределы гребня, в результате чего происходит все больше сокращения площадей льда и фирна [7].

В настоящее время повышение температуры воздуха ощутимо проявляется в режиме ледников – особенно в расходной части. Начиная с 70-х годов двадцатого века баланс массы ледников Тянь-Шаня в большинстве случаев отрицательный. Редкий положительный баланс масс ледников связан с атмосферными осадками, выпавшими выше нормы. Поэтому размеры ледников интенсивно сокращаются не только по длине и площади, но и происходит уменьшение толщины ледников. Причем сокращению подвержены не только зона абляции, но и некоторые участки зоны аккумуляции, за исключением наиболее высоких уровней ледникового бассейна [8].

В 2018 г., на основе дешифрирования космических снимков спутников «Landsat 8», «Sentinel 2» 2013-2016 гг., завершена инвентаризация ледников Кыргызстана. В результате подготовлен и опубликован Каталог ледников Кыргызстана [9]. В качестве базовых данных для сравнения динамики оледенения использовались данные из «Каталогов ледников СССР» за 60-е – 70-е года прошлого столетия.

Бассейн реки Куркуроо. По каталогу ледников СССР [2] в бассейне р. Асса в пределах Кыргызстана имелось 59 ледников общей площадью 39,4 км², в том числе 38 ледников площадью более 0,1 км² общей площадью 38,1 км² и 21 ледник - менее 0,1 км² общей площадью 1,3 км².

По обновлённым данным Каталога ледников Кыргызстана в бассейне р. Асса имеется 67 ледников (рис.1) общей площадью 26,9 км², в том числе: 39 ледников размерами более 0,1 км² общей площадью 25,6 км² и 28 ледников размерами менее 0,1 км² общей площадью 1,3 км². За 60-70-ти летний период общее количество ледников увеличилось на 8, но площадь оледенения сократилось на 12,5 км², т.е. сокращение ледников составило 31,7 %.

Количество наиболее крупных ледников практически не изменилось, но количество ледников размерами менее 0,1 км² увеличилось без изменения их общей площади. Относительно крупные ледники рассматриваемого речного бассейна оказались более устойчивыми к распаду в условиях современного изменения климата, однако их площадь сокращалась.

Для оценки количественного и пространственного изменения ледников, а также выявления высотного распределения ледников в бассейне р. Куркуроо выполнена оцифровка ледников с помощью космических снимков Sentinel 2 2018 г. ручным методом (рис. 1).



Рис. 1. Спутниковая карта ледников в бассейне р. Куркуроо, за 2018. Sentinel 2/20180815

Оцифровка ледников показала, что их количество составило 57, а площадь 20,5 км². По сравнению с обновлённым Каталогом ледников Кыргызстана количество ледников размером более 0,1 км² увеличилось на 18 ледников, при этом площадь ледников уменьшился на 5,1 км². Диапазон распределения ледников по высоте составляет от 3371 до 4411 м н.у.м. Основная часть площади ледников сосредоточено в интервале высоты 3500-3900 м н.у.м (83,4 %). В последние годы процесс распада среди относительно больших ледников в бассейне р. Куркуроо интенсивно происходит. Распределение ледников по размеру имеет следующий характер: ледники в размере пло-

щади 0,1-0,5 км² составляют 78,9 %, их площадь 33,2 % общей площади.

Количество ледников размером 0,5-1,0 км² не значительно (15,8 %), их площадь 27,3 %. Ледники размером 1,0-5,0 км² покрывают 8,1 км², что составляет 39,5 % от общей площади ледников, однако их количество составляет всего 5,3%.

Условия климата и рельефа в бассейне р. Куркуроо благоприятны для развития ледников размером 0,1-0,5 км² (табл.5). Изменения ледниковых систем в бассейне р. Куркуроо следующие:

- по данным Каталога ледников СССР в 60-70 годы прошлого столетия, по бассейну р. Асса (в пределах территории Кыргызстана) имелось 59 ледников общей площадью 39,4 км².

Таблица 5

Распределение площади ледников по размерам (2018 г.)

Бассейн	0,1-0,5 км ²		0,5-1,0 км ²		1,0-5,0 км ²		Сумма	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Куркуроо	45	6,8	9	5,6	3	8,1	57	20,4

По обновленному Каталогу ледников Кыргызстана насчитывается 67 ледников общей площадью 26,9 км². По данным спутниковых снимков 2018 г. количество ледников составило 57 с суммарной площадью 20,5 км². Общее количество ледников в различные периоды изменялись как в сторону увеличения, так и уменьшения, что связано с особенностями развития малых форм ледников во взаимосвязи рельефа и климата. Несмотря на колебания количества ледников в различные периоды, общая площадь ледников сократилась с 39 км² до 20,5 км², т.е. почти на 48 %. Сокращения площади ледников отражаются на объёмы талых ледниковых вод, что в результате будет отражаться на ледниковой составляющей общего стока.

Бассейн р. Падыша-Ата. В 40-60 годы прошлого столетия на леднике Кен-Тор проведена инструментальная съёмка нижней границы, нивелировка поверхности ледника и наблюдение за движением ледника [10].

Так по этим данным, фронт ледника, с 1942 по 1958 г. отступил на 32 м, с 1958 по 1960 г. конец ледника продвинулся на 20 м, а с 1961 по 1964 г. отмечалось его отступление – в 1961 г. на 28 м, с 1961 по 1963 г. на 52 м, а в 1964 г. на 9 м. На рис. 2 представлен этот ледник и детали оцифровок ледников Sentinel 2/20180909T060619

По данным Каталога ледников СССР [3] в данном бассейне имелось 35 ледников общей площадью 4,7 км², из них 13 ледников размером более 0,1 км² общей площадью 3,2 км² и 22 ледника размерами менее 0,1 км² каждый, общей площадью 1,5 км². По данным обновленного Каталога ледников Кыргызстана имеется 7 ледников (рис. 2) общей площадью 2,2 км² и 10 ледников размерами менее 0,1 км² каж-

дый общей площадью 0,5 км². Итого 17 ледников площадью 2,7 км².

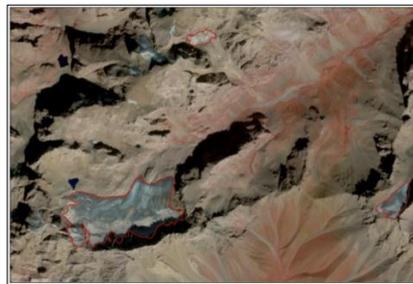


Рис. 2. Ледник Кен-Тор в бассейне р. Падыша-Ата и детали оцифровок ледников Sentinel 2/20180909T060619

По спутниковым данным 2018 г., ледники в бассейне р. Падыша-Ата рассредоточены как по бассейну, так и по высоте. Основная часть ледников на высотах 3601-3900 м н.у.м, что составляет 79,7 % их общей площади. Ледников 0,1-0,5 км² 12 (92 %), их площадь 1,3 км² (54 %). Большой ледник один, его площадь составляет почти половину всей площади оледенения речного бассейна - 1,1 км² (табл. 6).

Таблица 6.

Распределение площади ледников по размеру за 2018 г.

Бассейн	0,1-0,5 км ²		0,5-1,0 км ²		1,0-5,0 км ²		Сумма	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Падыша-Ата	12	1,3	-	-	1	1,1	13	2,4

В бассейне р. Падыша-Ата количество ледников с 60-70 годов сократилось с 35 до 17 в 2013-15 гг. и до 13 в 2018 г., а общая площадь ледников сократилась с 4,7 км² до 2,7 км² в 2013-14 гг. и до 2,4 км² в 2018 г. Таким образом, половина площади ледников безвозвратно потеряна, 5 ледников размерами более 0,1 км² каждый общей площадью 1,0 из 22 ледников размерами менее 0,1 км² 12 ледников полностью исчезли в 2013-14 гг. общей площадью 1,0 км². Характер оледенения бассейна реки Падыша-Ата изменился от дисперсного к очаговому типу оледенения [11];

Следовательно, водоотдача ледников также в два раза снизилась в долях общего стока бассейна.

Бассейны рек Ак-Суу и Исфана. Сведения о колебании и изменении о пространственном положении ледников по бассейнам рек Ак-Суу и Исфана, практически отсутствует. Однако по ближайшим соседним речным бассейнам – Ак-Бууре, Араван, Шахмардан, Сох и Исфаре имеются достаточно хорошая информация [5, 12].

По характеру изменений ледниковых систем по вышеупомянутым речным бассейнам, мы может судить и об изменении оледенения и по отдельным ледникам в бассейнах рек Ак-Суу и Исфана, т.е.

масштабы изменения и интенсивность сокращения ледников, примерно, получаются похожими.

Если по Каталогу ледников СССР [5] по бассейну р. Ак-Суу в пределах территории Кыргызстана имелось 34 ледника общей площадью 18,3 км² в том числе 28 ледников размерами более 0,1 км² каждый, общей площадью 17,9 км², 6 ледников размерами менее 0,1 км² каждый, общей площадью 0,4 км², то в обновлённом Каталоге ледников Кыргызстана по бассейну р. Ак-Суу имеется 38 ледников общей площадью 9,3 км², в т.ч. 19 ледников площадью более 0,1 км² каждый (рис.3) общей площадью 8,2 км² и 19 ледников площадью менее 0,1 км² каждый, общей площадью 1,1 км². То есть общее количество ледников в бассейнах р. Ак-Суу в пределах Кыргызстана увеличилось с 34 до 38, но количество ледников площадью более 0,1 км² уменьшилось на 9 единиц.

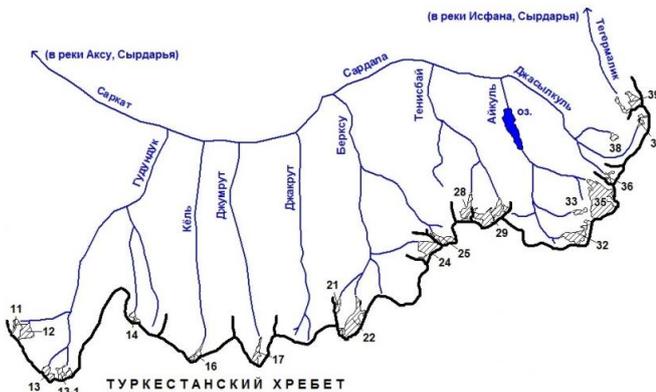


Рис. 3. Схема ледников в обновлённом Каталоге.

Площадь ледников сократились в два раза, более крупные ледники разделились на мелкие и сократились как по длине, так и по площади, а малые ледники, расположенные на более низких гипсометрических уровнях, полностью исчезли. В новом каталоге, всего по бассейну р. Исфаны имеется 4 ледника площадью 0,7 км², в т.ч.: 1 ледник площадью 0,6 км² и 3 ледника площадью менее 0,1 км² каждый, общей площадью 0,1 км². По каталогу ледников СССР в бассейне р. Исфаны имелся только 1 ледник площадью 0,4 км². Причиной увеличения количества и площади ледников в бассейне р. Исфана может быть влияние локальных климатических условий, которые предстоит выяснить (табл.7).

Таблица 7

Распределение площади ледников по размеру за 2018 г.

Бассейн	0,1 - 0,5		0,5 - 1,0		1,0-5,0		Сумма	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Ак-Суу, Исфана	34	3,21	3	2,1	1	1,8	38	7,2

Выводы:

1. Интенсивное сокращение ледников за последние 50-60 лет наблюдается по всем параметрам и происходит уменьшение их объёмов. Ледниковые системы рассматриваемых речных бассейнов сильно деградированы.

2. В речных бассейнах рр. Куркуроо и Ак-Суу количество ледников увеличилось, а их общая площадь сократились практически на 50 %, тогда как в бассейне р. Падыша-Ата ледники сократились как по количеству так и по площади.

3. Увеличение количества ледников происходит в результате расчленения относительно более крупных ледников на малые ледники.

4. Происходит сокращение их площади, что негативно отражается на ледниковой составляющей общего речного стока;

5. Необходимо организовать системный мониторинг за изменениями ледников и продолжать их изучение.

Литература:

1. Атлас Киргизской ССР. Т. 1. - М.: Гл. управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, 1987 г.
2. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Вып. 2. Киргизия. часть 1. Л.: Гидрометеиздат, 1968 г. - 68 с.
3. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Вып.1. Сырдарья. Часть 3. Бассейны правых притоков р. Нарына ниже устья р. Кекемерена. Л.: Гидрометеиздат, 1978.-56 с.
4. Камалов Б.А. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Средняя Азия. Бассейн р. Сырдарья // Режим ледников и снежников. - [б.м.] Л.: Гидрометеиздат, 1969 г.
5. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Сырдарья. часть 10. Бассейны левых притоков р. Сырдарья от устья р. Ак-Суу и ниже. Л.: Гидрометеиздат, 1974. -88 с.
6. Будько М.И., Бютнер Э.К. и Винников К.Я. Обнаружение антропогенного изменения климата [Статья] // Метеорология и гидрология. - 1984 г. - № 12. С. 5-16.
7. Физическая география Кыргызстана Б: Илим - 2013.
8. Батыров Р.С. и Яковлев А.В. Мониторинг горных ледников некоторых районов Гиссаро-Алая с использованием космических снимков ASTERTERRA [Статья] // Гляциология горных областей. Труды НИГМИ. - Ташкент: [б.н.], 2004 г. - 3 (248). С. 22-27
9. <http://www.caiag.kg/phocadownload/projects/Catalogue%20%20of%20glaciers%20Kyrgyzstan%202018.pdf>
10. Канаев Л.А. [и др.] Колебания ледников Средней Азии в последние десятилетия// Тр. САНИГМИ. - 1974.- №14.
11. Ходаков В. Водно-ледовый баланс районов современного и древнего оледенения СССР// М.: Наука, 1978.-192 с.
12. Усубалиев Р.А., Дудашвили А.С. и Элеманов О.И. Оледенение северных склонов Туркестанского и Алайского хребтов и его современная динамика [Статья] // Лед и снег.- Москва: Наука, 2012 г. - С. 24-28.

Рецензент: к.ф.-м.н. Тузова Т.В.