УДК: 551.324.433

Эрменбаев Бакытбек Орозалиевич – соискатель, Тянь-Шанский высокогорный научный центр института водных проблем и гидроэнергетики НАН. КР, В.Ermenbaev@ mail.ru

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ (ПОКЫТОЙ МОРЕНЫ) ЛЬДА НА ВЕЛИЧИНУ АБЛЯЦИИ ЛЕДНИКА КАРА-БАТКАК

В статье приведены результаты гляцио-метеорологических наблюдений, проводимых ТШВНЦ в период 2013-2017 гг. в бассейне р. Чон-Кызыл-Суу, на леднике Кара-Баткак, (бассейн озера Иссык-Куль). Значительное внимание уделено вопросы абляции льда. Анализ скорости таяние льда под морены (с толщины морены от 2 – 100 см.) и сравнение их таяние открытого чистого льда. Выявлено граница и толщина замарененного участка ледника. Изменения площади оледенение ледника Кара-Баткак на фоне изменения климата

Ключевые слова: гляциометеорологическое наблюдение, гидроэнергетика, замарененного участка ледника

Ermenbaev Bakytbek Orozalievich - the applicant, Tien - Shan High-altitude Scientific Center of the Institute of Water Problems and Hydropower of the National Academy of Sciences. KR

INFLUENCE OF POLLUTION (PENCIL MEAT) OF ICE ON VARIETY OF KARA-BATKAK GLACIER ABLATION

The results of glacio-meteorological observations conducted by TSHMSC in the period of 2013-2017 in the Chon-Kyzyl-Suu river basin, on the Kara-Batkak glacier (the Issyk-Kul lake basin) are presented in the article. Considerable attention is paid to the issues of ice ablation. Analysis of the melting rate of ice under moraines (from 2-100 cm moraine thickness) and comparison of the melting of open, clean ice is given. The boundary and thickness of the moraine section of the glacier are revealed. Change of glaciation area of the Kara Batkak glacier against the backdrop of climate change are adduced.

Key words: glacial-meteorological observations, hydropower, glazed section of the glacier

Абляция льда ледников Тянь-Шаня неравномерно и зависит от нескольких факторов: климатических особенностей данного региона, высотного расположения, экспозиции и морфологического типа ледника, загрязненности, характера ук лона. Причины, влияющие на таяние, затрудняют общую характеристику абсолютному контрольному леднику с последующим выявлением особенностей таяния по другим ледникам.

Для хребта Терскей Алатоо контрольным может быть ледник Кара-Баткак, на котором наблюдения за таянием проводятся постоянно с 1960 года. В 90-е годы после развала Советского союза мониторинг ледника Кара-Баткак было остановлено, в том числе наблюдения за таяние льда, только в 2007 году мониторинг ледника были частично восстановлены. Некоторые пропуски в наблюдений абляции льда, связанные

с остановки наблюдений и несвоевременным перебуриванием реек, снижает качество результатов анализа абляции, поэтому данном статье рассмотрим в основном для сравнительного анализа за период наблюдений 1960-1978 и 2013-2017гг.

Абляция льда (поскольку лед на ледниках Тянь-Шаня убывает преимущественно за счет таяния, оба термина - абляция и таяние — в работе принимаются равнозначным) на леднике Кара-Баткак определялась с помощью реек в течение всего периода таяния льда. Необходимо также отметить, что за абляционный принимается период, за который происходит таяние льда на языке ледника;

За вес период количество реек на леднике Кара-Баткак колебалось от 15 до 89 шт.

Максимальными и их было с 1973 г., с началом работ по программе "колебания ледников", количество установленных реек на леднике увеличилось 89. Последующим их числа были сокращены. Н сегодняшний день количество реек на языке ледника их 21. Сокращение числа абляционных реек связано с нахождением оптимального варианта, позволяющего получать достаточно надежную характеристику таяния по всей поверхности языка ледника. Не ставя задачи оценки точности метода реечных измерений, эти вопросы подробно рассмотрены [1],, где доказана надежность метода реечных наблюдений при рассмотрении данных исследований за период не менее чем за пентаду. Следует отметить, что рейки забуривались перед началом сезона абляции к поверхности ледника и располагались по высотных зонах от 3200-3520м, Однако современем высотный диапазон расположение реек было изменено. Подробное описание и схемы расположение реек приведены в работе [2]. расположение приведена рис. 8. По мере вытаивания рейки перезабуривались на том же месте, и таким образом к концу абляционного периода получали суммарную величину стаявшего льда на данном участке. Среднее из сумм показаний всех реек дало величину поверхностной абляции, характерную для языка ледника. Обход реек разные годы осуществлялось раз 5 до 10 дней.

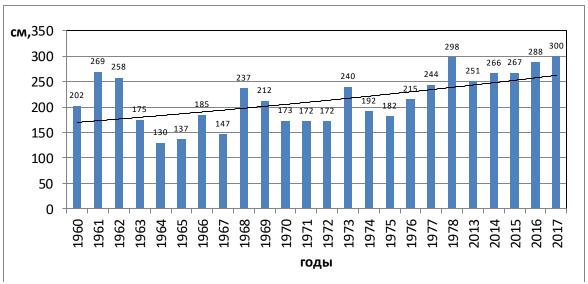


Рис.1 Величина поверхностного таяние льда за абляционные периоды 1960-1978, и 2008-2017 гг. на леднике Кара-Баткак

Как видно из рис 1 следует, что максимальное таяние льда за периоды 1960 – 1978 и 2008-2017 гг. наблюдалось в 2017 году - 300 см, при продолжительности абляционного периода – 106 дней. Наиболее короткий абляционный период – 44 дней, был в 1964г., за этот период стаяло лишь 130 см льда. Выше приведенные данные по абляции показывают, что в последние годы абляция льда ледника Кара-Баткак увеличивается, что, безусловно, может быть следствием повышения температур

воздуха в связи с глобальным потеплением. Тренд увеличения абляции за весь период наблюдений на леднике Кара-Баткак связан с повышением температур воздуха [3].

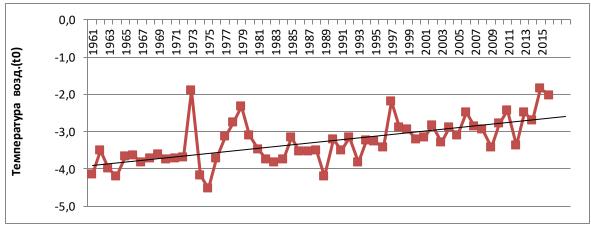


Рис. 2. Среднегодовые температуры воздуха на леднике Кара-Баткак

На рис. 2 графически показан тренд повышения среднегодовой температуры воздуха на леднике Кара-Баткак по восстановленным данным 1961 -2016 гг.

Наблюдения на леднике Кара-Баткак показали, что там имеет место взаимосвязь температур воздуха с осадками (рис. 3).

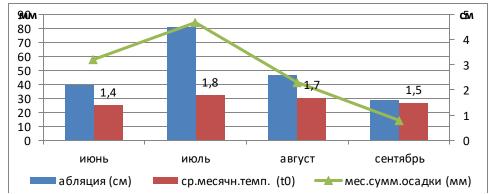


Рис. 3. Зависимость абляции льда от температуры воздуха и осадков на леднике Кара-Баткак в 2017 г.

Согласно приведенному графику на рис.3, максимальная абляция приходится на июль месяц, когда там фиксируются максимальные летние температуры. Однако все же определения абляции ледника задача более сложная. Это связано с различный высоты и загрязненности льда покрытых рыхло обломочным материалом поверхности ледников обуславливает не одинаковую величину таяние, что и затрудняют подсчет суммарной абляции. Ледники горно-долинного типа на своей поверхности транспортируют большое количество обломочного материала. Этот материал поставляется с горных склонов, нависающих над ледником, в результате осыпей, обвалов, лавинной транспортировки и т. п. Определенное количество каменного материала попадает и на поверхности ледников, покрывая определенные части тела ледника. В связи с тем, для определения скорости таяние льда под мореным покровом, нами проводилось работа по определение мощности толщины заморененных участках языка ледника Кара-Баткак, и забуривались рейки (рис. 4). При этом толщина мореного покрова языке ледника Кара-Баткак в 70-е годы колеблись от 2 см 1,5 м. метра [4]. По нашим определения толщина мореного покрова языке ледника 2017 году результатом составила от 2 см до 2,5 метра, что почти два раза больше чем 40 лет назад. Методом

определения толщина мореного покрова в нашей работе служила ручная капания морены до льда с помощью кирки и лопаты, что требовало больше физический усилий (рис. 4). Однако такой метод даст точные картины о толщине покрытие морены ледника.



Рис. 4. Технология измерения толщины моренного покрова на заморененном участке ледника и искусственное обнажение льда. В данной точке измерения толщина моренного покрова составляет 70 см.

На рис. 4 четко виден вскрытый чистый лед под толщей моренного чехла (крупным планом это показано на заставке в правом верхнем углу снимка). По результатам этих замеров и по возрастным стадием морены составлена карт толщины моренного покрова на языковой части ледника (рис. 5).



Рис. 5. Граница и толщина моренного чехла на заморененных участках ледника Кара-Баткак. (желто-зеленым цветом показаны толщина моренного чехла)

Наибольшая толщина мореного покрова в части тела ледника отмечалось в срединной концевых частях боковых валов (больше 2-х метров). Наименьшей толщина мореного покрова отмечалось в центральный части языка ледника (0,02 м) (рис. 5), Однако 70 — годы прошлого столетия картина меняется, в связи отступанием нижней границ и сокращением площади ледника увеличивается замеренные участки тела ледника боковых валов и нижний части. А центральный заморенонный участок в 70-е годы не наблюдается (рис. 6)

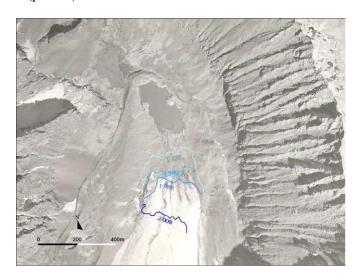


Рис. 6 Линейное отступание языка ледника Кара-Баткак в разные годы $(1967 - 2008 \ г.)$, средние годовой отступания составила 9 метров



Рис. 7. Изменение площадь ледника Кара-Баткак период 1990 – 2017 гг. (желтым цветом выделено площадь – 1990 года; Красным цветом выделено площадь – 1996 года; Розовым цветом выделено площадь – 2017 года). В период 1990 – 2017 года площадь ледника сократилось на 0,2 км3 или на 8%.

Таким образом ледник Кара-Баткак не только сокращаются в размерах, но и бронируются, то есть покрываются моренным чехлом, превращаясь в забронированные (заморененные и погребённые) ледник. Традиционно считается, что преимущественно открытые части ледников (без моренного чехла) дают ледниковую составляющую стока горных рек. Поэтому ледовые ресурсы того или иного горного района Известия ОшТУ, 2018 №1, Часть 1

145

оцениваются исходя из количества имеющихся там открытых ледников и их суммарной площади.

Для сравнения скорости таяние льда открытых (чистых) и замарененых или забронированных участках льда выбрано результаты абляции 2017. Рейки под номером 14 по 17 были забурены еще 2012 году, мощностью мореного чехла которого составляло от 2-х до 10 см. Для оценки абляции льда подморенной части ледника явно нуждались дополнительные установки реек. Таким образам для сравнения скорости таяние льда открытых (чистых) и замарененых льда нами были дополнительно установлены рейки на правые боковые части замарененых участках ледника под номером 22 по 26. мощностью которого мореного чехла составляло от 50 до 100 см (рис. 8).

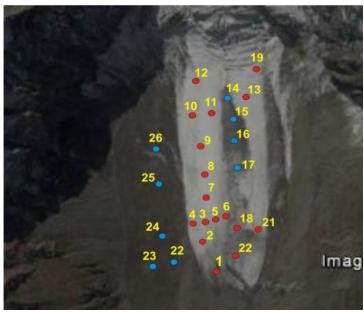


Рис. 8 Схема расположения абляционных реек на языковой части ледника Кара-Баткак. Красным цветом показаны рейки, установленные на открытых участках, синим цветом - на заморененных участках ледника.

Наши многолетние наблюдения за абляцией на леднике Кара-Баткак показали, что абляция льда на открытых частях ледника протекает более интенсивно, чем на заморененных участка с мощностью покрытых мореного покрова от 2 до 10 см (рис. 9).

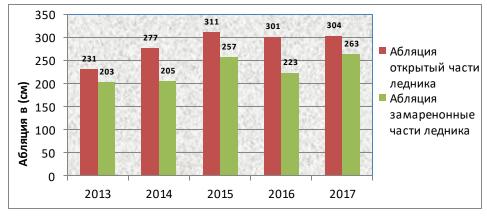


Рис. 9. Усредненная по рейкам суммарная абляция заморенненых и открытых участков ледника Кара-Баткак в период 2013-2017 гг.

Согласно рис. 9, в период 2013 – 2017 года наблюдений абляция на открытых участках ледника оказались на 19 % больше чем, на заморенненых участках. Таким образом, можно сделать вывод о том, что моренный покров на ледниках значительно замедляет абляцию льда. Как показывают результаты абляция на заморененных участках ледника оказалась тесно связанной с толщиной моренного покрова. В диапазоне мощностей (толщины) этого покрова от 2 до 93 см. Это наглядно свидетельствует о том, что по мере увеличения толщины моренного покрова абляция льда уменьшается (Табл.1 и рис. 10).

Таблица 1 Абляция заморененных участках ледника Кара-Баткак с толщиной мореного чехла от 2 до 93 см. в период 6 – августа по 16 – сентября 2017г.

№ рейки	Высота над ур.м.	Толщина морены в см,	Продолжительность дни наблюдений	Суммарная абляция, см	Ср.сут. абляция, в см
22	-	93	41	9	0,2
23	-	85	41	11	0,3
26	ı	50	41	28	0,7
14	3426	9	41	49	1
15	3410	5	41	64	1,5
16	3387	3	41	76	1,8
17	3441	2	41	108	2,5



Рис. 10. Суммарная абляция льда забронированных участка ледника период 06.08.17-28.09.17 г.

Сравнительные абляция на открытых заморенненых участках ледника зависимости от толщины моренного покрова приведена рис. 11.

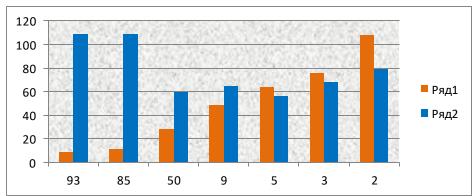


Рис. 11. Сравнительная суммарная абляция льда за забронированных и открытых участка ледника период 06.08.17 – 28.09.17 г.

Для сравнения абляции взяты данные реек установленные на открытых и заморенненых части ледника в близи между собой и одинаковый высоте над уровнем моря.

Как показывают сравнения, абляция заморененных участках ледника оказалась тесно связанной с толщиной моренного покрова. При толщине моренного покрова от 2 до 5 см абляция среднем больше на 18%. При толщине 9 см — на 25% меньше, при толщины 50 см — на 47%, при толщине 85 см - на 90%, при толщине 93 см — на 92% меньше. по толщине 100 см при таяние полностью прекращается.

Моренный покров на ледника Кара-Баткак значительно замедляет абляцию льда, это проявляется толщины с 9 см. Чем больше толщина мореного покрова, тем меньше абляции относительно открытой части ледника. Однако абляция заморененных участках ледника с толщиной морены от 2 – 5 см результаты показывает обратной картины, абляция этих участка больше чем открытый части ледника это связано при ясных солнечных погодных условиях тонкий моренный слой поверхности ледника нагревается, что усиливает таяние льда. Таким образом, влияние мореного покрова на величину абляции двоякое. В случаях, когда толщины морены, не превышает 5 см таяние идет более интенсивно, чем открытые части ледника или местах слабым загрязнением мелкозема. Следует указать, что из ходя полученных результатов наших наблюдений, период 6 — августа по 16 — сентября 2017 г. оптимальным толщина морены, при которой таяние полностью прекращается это 100 см.

На фоне увеличение таяние льда, ледник Кара-Баткак сокращается в его размерах особенно нижней границы (язык ледника). Период 1967-2016 год линейное отступания при концевая часть ледника составило в среднем 468 м., что составило ежегодное отступание — на 8 метров, а за последние 10 лет ежегодное отступания ледника увеличилось — на 9 м. Общая площадь ледника период 1990-2017 года сократилось на 0,2 км3 или на 8%.

Выводы:

- 1. В период с 2013 по 2017 гг. наблюдался устойчивый тренд увеличения годовой абляции ледника Кара-Баткак. Это связано с увеличением продолжительности абляционного периода в каждом последующем году, начиная с 2013 г, (исключение составляет 2014 г.) Наибольшую абляцию в 2017 г. следует связать преимущественно с наибольшими среднемесячными температуры воздуха в абляционный период этого года; однако этому способствовала и наибольшая продолжительность абляционного периода 2017 г.
- 2. В периоды с 1956 по 1968 гг. также наблюдался устойчивый тренд увеличения годовой абляции ледника Кара-Баткак, что связано трендом повышения температуры воздуха.
- 3. Таким образом, наблюдения за абляцией ледника Кара-Баткак, проведенные как в долго периодном (1956-1968 гг.), так и в коротком последнем (2013-2017 гг.) отрезках времени, наглядно показали тренд увеличения абляции этого ледника. Это, безусловно, можно связать с эффектом продолжающегося глобального потепления.

Литература:

- 1. **Бажанова**, **Л.В.** «Динамика оледенения в условиях современного изменения климата на примере ледника Кара-Баткак, хребет Тескей Ала-Тоо» [Текст] / Л.В. Бажанова, Р.А. Сатылканов, Б.О. Эрменбаев // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, Том 17, №5.
- 2. **Голубаев, Г.Н**. Гидрология ледников [Текст] / Г.Н. ГОлубаев. Гидрометеоиздат , 1976 г.
- 3. Материалы гляциологических исследований Тянь-Шаня (Терскей Ала-Тоо), Выпуск Таяние ледников. Фрунзе, Изд. АН Киргизский ССР, 1961 г.
- 4. Некоторые закономерности оледенения Тянь-Шаня. Изд. «Илим» Фрунзе 1971г.