

- snow reserves were exceptionally low in March 2020 (on average 42% of the climatic norm), especially Vakhsh and Pyanj river basins (8% and 32%, respectively), the reason was the catastrophic decrease in precipitation over this period;

- for the entire study period 2017-2022, there was a tendency for air temperature to increase from the climatic norm by 0.9°C, average monthly precipitation to decrease by 29%, snow depth at meteorological sites - to 13%, and snow depth according to route snow surveys - to 25 %.

The resulting equations and correlation graphs make it possible, in the case of absence of parameters for one of the river basins or the average for all river basins, to determine, on average, a value of other, in a case of the correlation coefficients are greater than 0.5.

Key words: snow cover, route snow survey, average monthly precipitation, deviation of air temperature from the norm, trend of changes in meteorological parameters, correlation, correlation coefficient.

УДК 551.324.63

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНОВ РЕК ШАХИ САФЕД И ДИХАДАНГ В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ ЗЕРАВШАН

Шомахмадов А., Бокизода А.Б., Каюмов А.К., Амиров У.

Центр изучения ледников НАНТ

Аннотация: В ходе изучения состояния ледников бассейнов рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000-2022 гг., среднемесячных значений температуры воздуха за период 2000-2024 гг. и количества осадков за 2013-2022 гг., было выявлено, что изменение температуры воздуха имеет положительный тренд и за весь период увеличивается, в среднем, на 1,1°C. В зоне аккумуляции ледников среднемесячное значение температуры воздуха составляет +1,8°C, а в зоне языка ледников - +3,5°C. Ход изменения среднемесячных значений количества осадков имеет также положительный тренд и за 2013-2022 гг., в среднем, увеличивается на 20%.

За период 2000-2013 гг. ледники потеряли 1,5 км² (5,2%), а до 2022 года - 7,9 км² (27,6%) своей площади. Самый крупный (площадь 13,8 км²) ледник 296 за 2000-2022 гг. разделился на 5 частей, а его площадь сократилась на 2,42 км², т.е. на 17,5%. За 2000 – 2022 гг. площадь долинных ледников сократилась на 6 км² (25%), каровых – на 1,9 км² (39%), а склоновых – на 0,2 км² (24%). Ледники, ориентированные на север, северо-восток и северо-запад, за 2000-2022 гг. сократились на 21,3-27,8%.

Ключевые слова: морфология ледников, экспозиция, экстраполяция, градиент температуры, тренд изменения значений параметров.

Предисловие. Площадь оледенения гор Центрально-Азиатских республик составляет около 17 тыс. км², из которых около 65% находится в Таджикистане.

Пока страны Центральной Азии могут рассчитывать на запасы пресной воды, сосредоточенные в ледниках Памира и Тянь-Шаня, и согласно прогнозам при сохранении сложившейся тенденции, к концу XXI века, они могут полностью исчезнуть <http://alternathistory.com/konets-lednikovogo-perioda-srednej-azii-predrekli-globalnuyu-ekologicheskuyu-katastrofu/>.

С другой стороны, согласно исследованиям Лаборатории гляциологии,

Тянь-Шанского высокогорного научного центра Национальной академии наук Кыргызской Республики выявлено, что глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и ледники Центральной Азии не исчезнут полностью, а уйдут под моренный чехол и будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами [18].

Ситуация с обильным таянием ледников по всему миру, в том числе и в Таджикистане вызывает опасение, поэтому детальное изучение состояния ледников в основных бассейнах рек Таджикистана имеет огромное значение.

С созданием в 2018 году, по инициативе Основателя мира и национального единства-Лидера нации, Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона, в составе Национальной Академии Наук Таджикистана, Государственного научного учреждения «Центра изучения ледников», такие исследования проводятся и будут проводиться непрерывно практически по всем бассейнам основных рек Таджикистана [6-16].

Одним из таких регионов сосредоточения ледников Таджикистана является бассейн реки Зеравшан и основной целью нашего исследования было изучение состояния эволюции ледников бассейнов рек Шахи Сафед и Дихаданг, находящихся в верховьях этой реки за определенный период времени, имеющее большое научно-практическое значение. С другой стороны, согласно [2] анализ метеопараметров на станциях, близлежащих к региону исследования метеостанциях не проводился, следовательно, другой целью было

изучение изменения основных метеопараметров на таких станциях.

Район исследования. Для достижения наших целей было изучено состояние ледников бассейна рек Шахи Сафед, с порядковыми номерами 286-299 (всего 14 ледников и 3 ледника с площадью менее 0,1 км² и порядковыми номерами 69, 70, 71) и Дихаданг (рис.1), с порядковыми номерами 304-315 (всего 12 ледников и 1 ледник с площадью менее 0,1 км², с порядковым номером 72) [2].

Кроме того, ввиду непосредственной близости к участку расположения этих ледников [2], были также привлечены 4 ледника с порядковыми номерами 300, 301, 302 и 303 с бассейнов рек Нашпурт, Харвир и Матча, а также 3 ледника, с порядковыми номерами 283, 284 и 285, с бассейнов притоков рек Пияврут, Матча и реки Андрифак. Всего были исследованы 35 ледников. К сожалению, до 2000 года ледники с порядковыми номерами 310 и 311 уже были полностью растаяны.

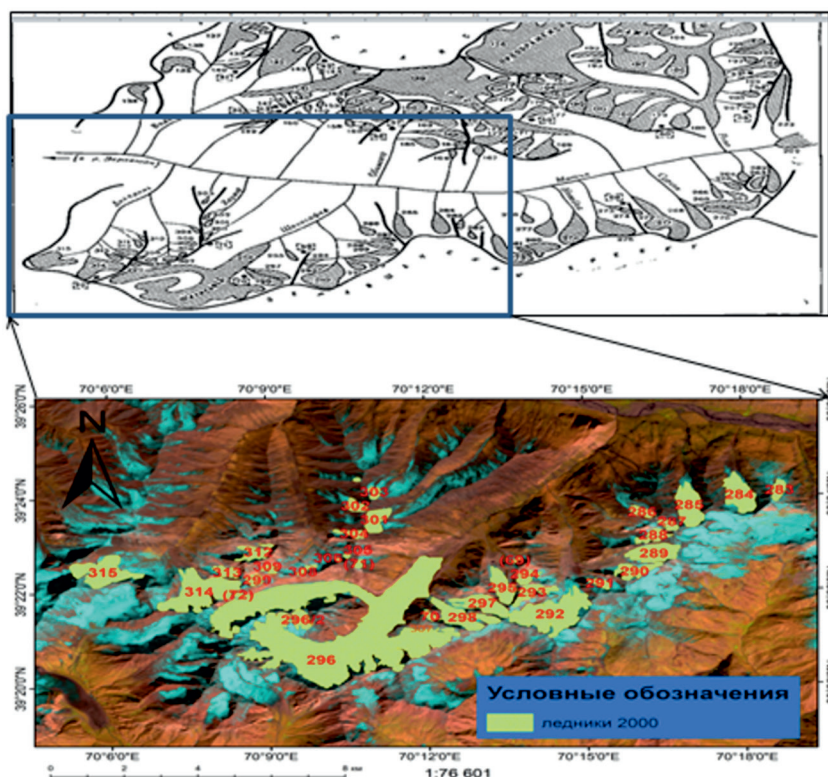


Рис. 1. Карта расположения изучаемых ледников (внизу) и схема расположения [2] ледников бассейнов правых и левых притоков верховья реки Матча (вверху). Черным квадратом выделен участок расположения ледников.

Использованные данные и методология исследования

При анализе изменения состояния оледенения для 2000 года были использованы снимки Landsat 1 (разрешение 60 м) для 2013 и 2022- Landsat-8, а оцифровка и наложение слоев реализованы посредством программы ArcGIS 10.5. В работе использованы спутниковые снимки Landsat с пространственным разрешением 30 м. Границы ледников на спутниковых снимках Landsat дешифровались вручную.

На основе полученных результатов созданы цифровые карты границ ледников в векторном формате картографической проекции UTM Zone 42N WGS, 1984.

Данные по температуре воздуха и количеству осадков для близлежащих к региону исследования метеорологических станций Мадрушкат и Дехавз были заимствованы из сайта Архива погоды:

<https://www.hmn.ru/index.php?index=8&value=38836> - посещение 1-11.07.2024 г.

Данные по температуре воздуха, для выше названных станций, на этом сайте, были доступны с 2000 года по 2023 год (за 24 лет), а по количеству осадков - с 2013 года по 2023 год (за 11 лет).

Результаты исследования

Температура воздуха. В качестве метеопараметров, характеризующих климатические особенности региона исследования, были выбраны температура воздуха и количество атмосферных осадков (далее количество осадков) на близлежащих к региону исследования метеостанциях Мадрушкат (высота над уровнем моря 2254 м) и Дихавз (высота над уровнем моря 2564 м). Выбранный участок ледниковой зоны охватывает зону с 3100-4900 м н. у. м., так что, из всех станций этой территории, выбранные станции являются наиболее

подходящими для проведения по ним анализа метеоусловий [2].

Ввиду громоздкости таблицы среднемесячных значений температуры воздуха приводим только графики изменений этих значений по станциям Мадрушкат, Дехавз и в среднем по этим станциям значениям (рис.2), а анализ проводился только по таблицам.

Анализ этих изменений показал, что за весь период исследования жаркий период года на станции Мадрушкат приходится, в основном, на июль и август месяцы. Средняя температура воздуха за эти месяцы составляет 18,5°C. Наибольшие положительные значения температуры воздуха за весь период исследования и за эти месяцы, составляет в среднем 19,7°C.

Холодный период года по данным станции Мадрушкат приходится на декабрь, январь и февраль месяцы, а наименьшие отрицательные среднемесячные значения температуры воздуха наблюдались в январе и феврале месяце, составляя в среднем -6,8°C.

На станции Дехавз, жаркий период года, также приходится на июль-август месяцы, но здесь среднемесячные значения температуры воздуха, за эти месяцы, несколько ниже относительно станции Мадрушкат (14,8°C, по сравнению с 18,5°C). Наибольшие положительные значения наблюдались в июле месяце, составляя в среднем 15,8°C, что на 4°C ниже, чем на станции Мадрушкат.

Самый холодный период на станции Дехавз приходится также на декабрь, январь и февраль месяцы и в среднем на 1,8°C ниже по сравнению со станцией Мадрушкат. Температура воздуха ниже -10°C в этом месяце наблюдалась в 2008, 2012, 2019 и 2023 году, составляя в среднем -10,5°C.

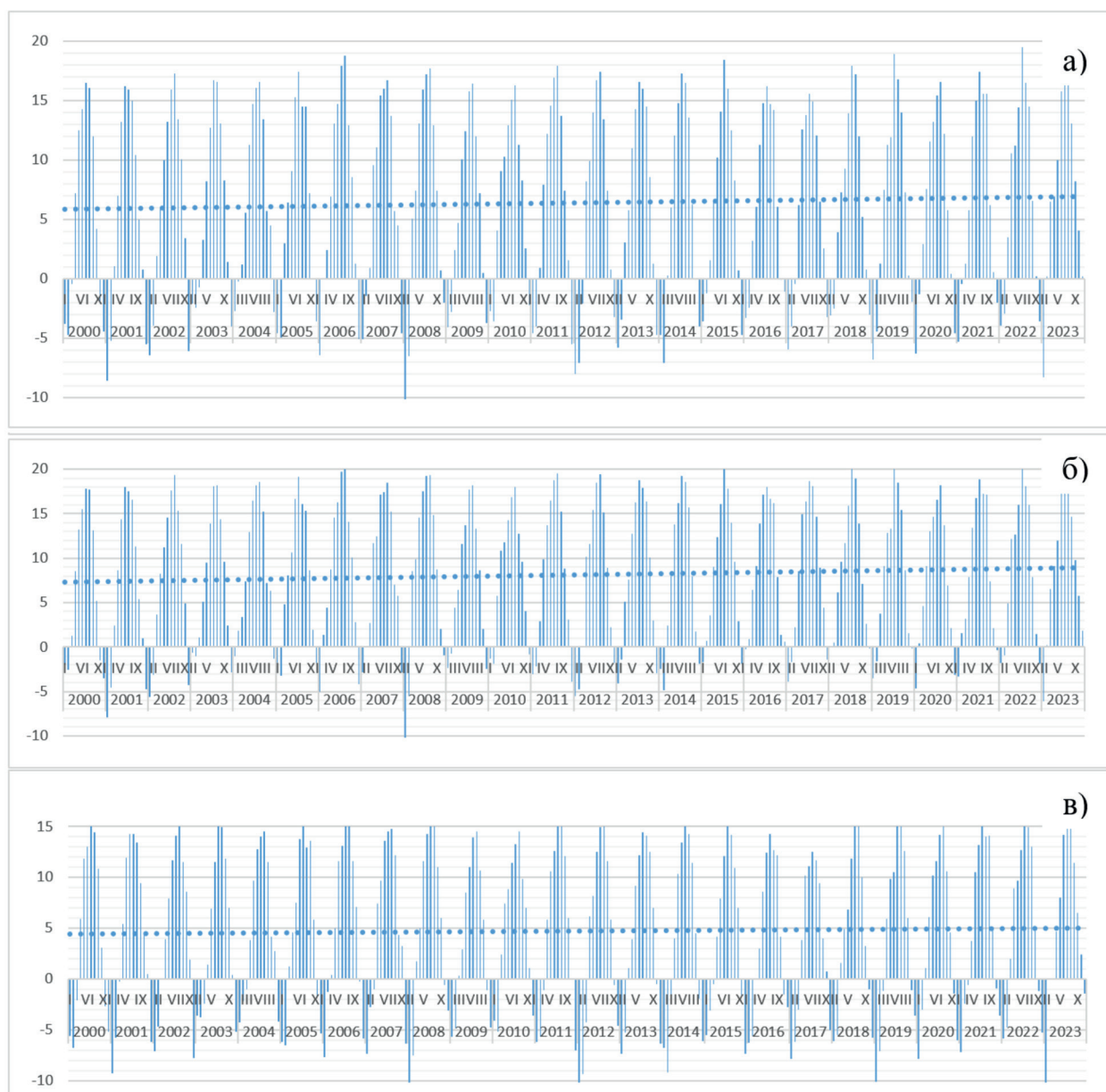


Рис. 2. Ход изменения среднемесячных значений температуры воздуха по станциям Мадрушкат - а), Дехавз - б) и в среднем по этим станциям - в) за период 2000-2023 гг.

Рассмотрение изменения среднегодовых значений температуры воздуха по станциям и в среднем по станциям, за весь период исследования, показало, что ход этих изменений имеет положительный тренд и температура воздуха увеличивается, в среднем, на $1,1^{\circ}\text{C}$ и в среднем по станциям на $0,5^{\circ}\text{C}$ (рис.3).

Оценка связи между среднемесячными значениями температуры воздуха на станциях Мадрушкат, Дехавз и средними по станциям значениями показал, что

между ними существует довольно тесная связь (коэффициенты корреляции соответственно равны 0,99, рис. 4).

Связь среднегодовых значений температуры воздуха на этих станциях существует, но она не очень тесная (коэффициент корреляции 0,47), хотя связь между этими значениями на станциях и усредненными по этим станциям значениями довольно тесная (коэффициенты корреляции соответственно равны 0,87 и 0,85).

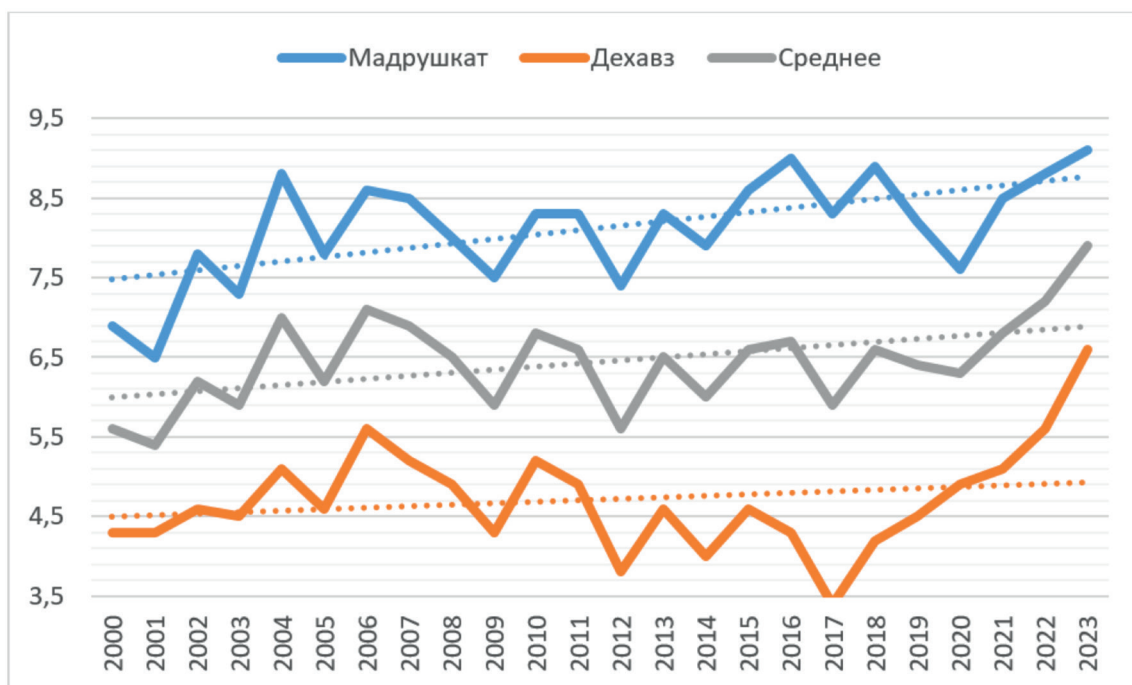


Рис. 3. Ход изменения среднегодовых значений температуры воздуха по станциям Мадрушкат, Дехавз и в среднем по этим станциям за период 2000-2023 гг. Здесь же приведены тренды этих изменений

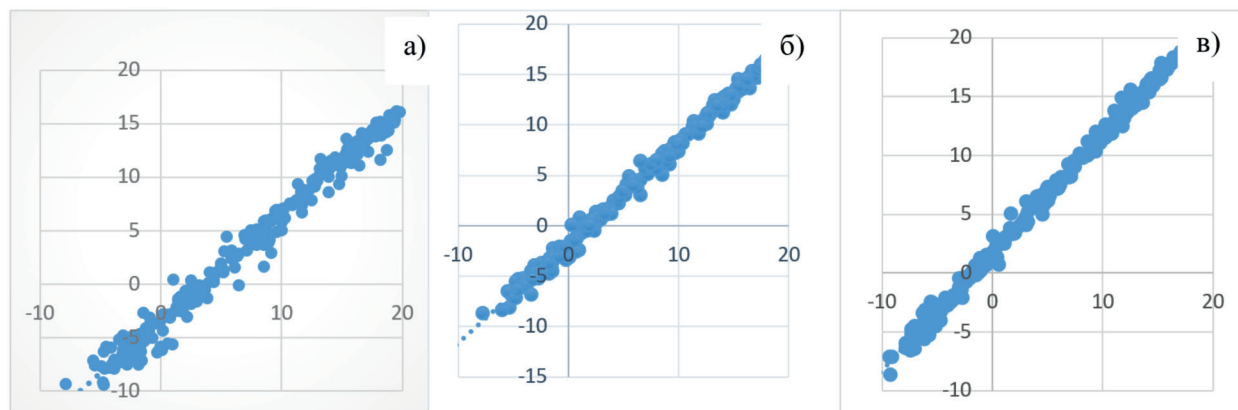


Рис. 4. Графики корреляционных связей среднемесячных значений температуры воздуха по станциям Мадрушкат-Дехавз-а), Мадрушкат-ср. по станциям -б) и Дехавз-ср. по станциям -в) за период 2000-2023 гг.

Климатические особенности. В бассейне р. Зеравшана имеется сравнительно большое количество метеостанций, однако эти метеостанции, расположенные на высотах от 1000 до 3000 м, характеризуют лишь климат нижней и средней зоны бассейна, гляциальная же зона оказывается слабо освещенной стационарными метеорологическими наблюдениями. Единственная метеостанция Анзобский

перевал (3380 м н.у.м.) расположена на водоразделе, а метеостанция Шахристан (3200 м н.у.м.) находится на северном склоне Туркестанского хребта, уже за пределами бассейна реки Зеравшан. Поэтому источником информации о гидрометеорологических условиях гляциальной зоны бассейна р. Зеравшана являются результаты экспедиционных исследований. Данные метеостанций, расположенных

вне гляциальной зоны, служат исходным материалом и опорным материалов для экстраполяции на высокогорную зону [2].

Высота станции Дехавз, находящегося у подножья зоны расположения исследуемых ледников составляет 2564 м над уровнем моря (н.у.м.), а наибольшая высота расположения (зона аккумуляции) самого большого ледника (ледник Шахи Сафед) исследуемого участка - 4900 м н.у.м., поэтому их разница будет равна 2336 м. Известно [17], что вертикальный градиент температуры воздуха по высоте, характеризующая понижение температуры воздуха в ростом высоты, в среднем равна $0,6^{\circ}\text{C}$ на 100 м высоты.

Тогда согласно разнице высот, расчетное понижение температуры воздуха будет в нашем случае составляет 14°C . С другой стороны, наибольшее положительное значение среднемесячной температуры воздуха в июле-августе месяце на станции Дехавз, составляет в среднем $15,8^{\circ}\text{C}$, следовательно, на высоте 4900 м, над уровнем моря (т.е. зоне аккумуляции ледника), это значение будет, в среднем, равняться $+1,8^{\circ}\text{C}$.

Высота расположения языка этого ледника составляет 3150 м над уровнем моря. Следовательно, разница высот со станцией Дехавз составляет 586 м, а рассчитанное понижение температуры воздуха в районе языка ледника составит $5,9^{\circ}\text{C}$, поэтому сама температура воздуха будет равняться $+3,5^{\circ}\text{C}$.

Точно такие же расчеты можно провести для станции Мадрушкат, находящейся примерно на 300 м ниже, чем станция Дехавз.

На основе приведенных выше рассуждений можно предположить, что в самый

разгар лета температура воздуха, как в зоне аккумуляции, так и в области языка ледников имеет положительное значение, и способствует их таянию, меньше в области аккумуляции и больше в области языка ледников.

Количество осадков. Ввиду громоздкости таблицы среднемесячных значений количества осадков за период 2013-2023 гг., как и в случае с температурой воздуха, на рис. 5 приведены только графики изменений этих значений по станциям Мадрушкат, Дехавз и в среднем по этим станциям значениям, а анализ проводился только по таблицам.

Рассмотрение этих изменений показало, что за период 2013-2023 гг. на станции Мадрушкат, в среднем, наибольшее количество осадков выпало в мае месяце (40,5 мм). Наибольшее количество осадков выпало за март - июль, а также октябрь месяц, составляя в среднем 66,0 мм.

Наименьшее количество осадков выпало в декабре, январе и феврале (в среднем, 5,7-12,1 мм), немного больше - в октябре и ноябре месяце (в среднем, 16,3 мм), а в январе-апреле 2013, а также ноябре и декабре 2014 года, осадки вообще не наблюдались.

На станции Дехавз за период 2013-2022 гг., в среднем, большое количество осадков выпало в марте и мае месяце (30,5 и 35,6 соответственно), с наибольшими значениями в марте 2021, апреле 2019, мае 2016, 2018 и 2022, июне 2019 и 2020, а также июле 2016 и 2019 года (52-75 мм).

Относительно меньшее количество осадков, в среднем, выпало в апреле, июне и июле месяце (22,8-27,6 мм), а наименьшее - с октября по февраль месяц (5,7-16,9 мм).

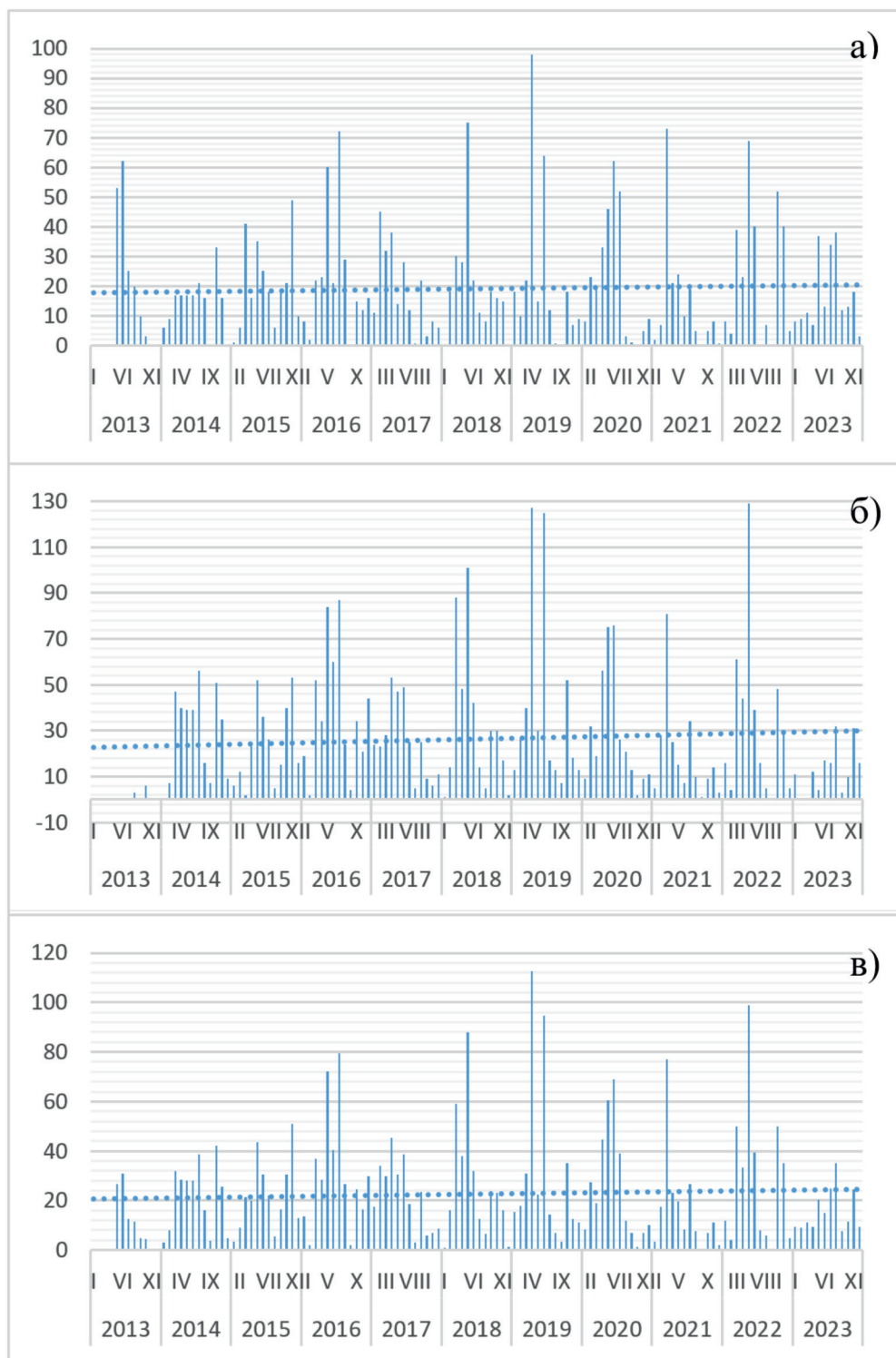


Рис. 5. Ход изменения среднемесячных значений количества осадков, в мм, по станциям Мадрушкат -а), Дехавз -б) и в среднем по этим станциям - в) за период 2013-2023 гг.

Рассмотрение изменения среднемесячных значений количества осадков по станциям и в среднем по станциям, за весь период исследования, показало, что их ход имеет положительный тренд и коли-

чество осадков по станции Мадрушкат в среднем, увеличивается на 11%, по станции Дехавз - на 36% и в среднем по двум станциям - на 20% (рис. 5).

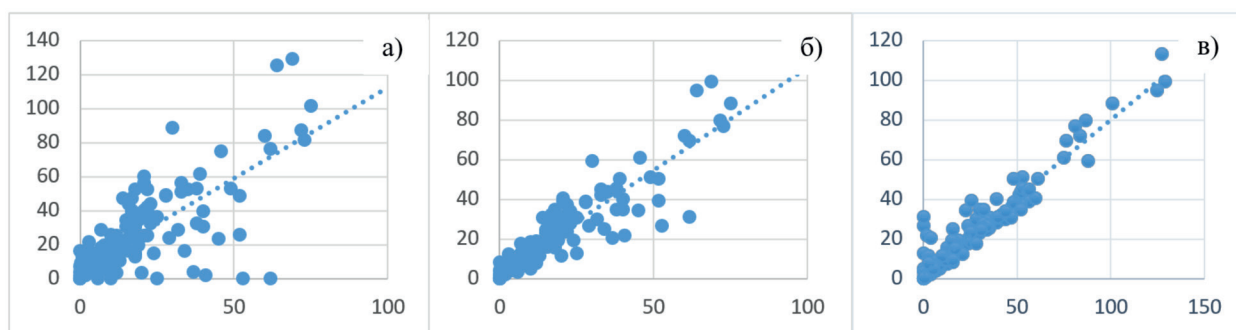


Рис. 6. Графики корреляционной связи среднемесячных значений количества осадков между станциями Мадрушкат - Дехавз -а), Мадрушкат - ср. по бассейнам-б) и Дехавз - ср. по бассейнам - в).

На рис. 6 приведены графики связи между среднемесячными значениями количества осадков по станциям Мадрушкат и Дехавз и усредненными по станциям значениями, из которых видно, что связи довольно тесные (коэффициенты корреляции составляют 0,77, 0,92 и 0,96 соответственно).

Оценка соотношений среднегодовых значений количества осадков на станциях Мадрушкат, Дехавз и усредненных по этим станциям значения показала довольно тесную связь (коэффициент корреляции равен 0,75), а между ними и усредненными по станциям значениями связь более тесная (0,85 и 0,98 соответственно).

Изучение состояния ледников бассейнов рек Шахи Сафед и Дихаданг

В таблице 1 приведен список исследуемых ледников, их площади за разные года, а также их изменения за период 2013 - 2000 гг. и 2022 - 2000 гг. Площади ледников по каталогу [2] не рассматривались, поскольку методология проведения измерений в годы его составления не совпадает с использованной нами методологией.

Общая площадь ледников в 2000 году составлял 28,6 км², в 2013 году-27,1 км², а в 2022 году-20,7 км². Это значит, что в 2013

году ледники потеряли 1,5 км² (5,2%), а в 2022 году 7,9 км² (27,6%) своей площади.

За период 2000-2013 гг. наибольший процент площади (33,3-40%) потеряли ледники 306, 307 и ледники 69, 71 (11% от общего числа ледников), площади которых были меньше 0,1 км². Наибольший процент своей площади (30,7-100%), за период 2000-2022 гг., потеряли ледники, площадь которых составляла 0,03-0,49 км². Их общее число равно 15, что составляет 43% от общего числа исследуемых ледников.

Только 4 ледника (11% от общего числа), в 2000 году, имели площадь 1-2 км², а один ледник (296 - Шахи Сафед) - 13,8 км². Ледники 314 и 315 являются самыми большими ледниками бассейна реки Дихаданг и в 2000 году имели площадь 1,8 и 1,6 км² соответственно.

В течение 2000-2013 гг. самый крупный в зоне исследования - ледник 296 разделился на 2 части (2961 и 2962), площади которых соответственно равнялись 13,53 и 0,16 км², т.е. площадь основного ледника за этот период сократился, примерно на 0,26 км² (рис. 7).

Таблица 1

Изменение площади ледников бассейна рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000 2022 гг.

№ п/п	Номер ледника	Морфологический тип	Экспозиция	Площадь по каталогу*	Площадь ледников в определённые годы, км²			Изменение площади ледников за период			
					2000	2013	2022	2013-2000, км²	%	2022-2000, км²	%
1	283	кар-вис.	Север	1	0,226	0,222	0,209	-0,004	-1,8	-0,017	-7,5
2	284	дол.	Север	1,2	0,839	0,755	0,657	-0,084	-10,1	-0,182	-21,7
3	285	дол.	Север	1,8	0,794	0,761	0,741	-0,033	-4,2	-0,053	-6,7
4	286	кар.	северо-запад	0,3	0,202	0,188	0,148	-0,014	-6,9	-0,054	-26,7
5	287	кар.	Запад	0,2	0,106	0,101	0,091	-0,005	-4,7	-0,015	-14,2
6	288	кар.	Запад	0,4	0,226	0,188	0,129	-0,038	-16,8	-0,097	-42,9
7	289	кар.	Запад	0,8	0,811	0,758	0,733	-0,053	-6,5	-0,078	-9,6
8	290	кар.	Запад	0,5	0,465	0,343	0,214	-0,122	-26,2	0,251	-54
9	291	кар.	Северо-запад	0,4	0,133	0,129	0,121	-0,004	-3	-0,012	-9
10	292	кар-дол.	северо-северо-восток	2,6	2,094	2,001	1,83	-0,093	-4,4	-0,264	-12,6
11	293	вис. кар.	Восток	0,3	0,446	0,431	0,329	-0,015	-3,4	-0,117	-2,6
12	294	кар.	Восток	0,3	0,226	0,203	0,163	-0,023	-10,2	-0,063	-27,9
13	295	вис. дол.	северо-запад	0,5	0,563	0,501	0,475	-0,062	-11,0	-0,088	-15,6
14	296	сл. дол.	северо-восток	14,1	13,791	13,527	9,552	-0,264	-1,9	-4,239	-30,7
15	297	кар-дол.	северо-запад	0,8	0,785	0,694	0,647	-0,091	-11,6	-0,138	-17,6
16	298	вис. дол.	северо-запад	1,1	1,022	0,991	0,818	-0,031	-3	-0,204	-20
17	299	кар.	Восток	0,2	0,172	0,159	0,111	-0,013	-7,6	-0,061	-35,5

18	300	кар-дол.	северо-северо-восток	0,2	0,412	0,4	0,271	-0,012	-2,9	-0,141	-34,2
19	301	вис. кар.	Север	0,4	0,176	0,149	0,113	-0,027	-15,3	-0,063	-17,6
20	302	вис.	Север	0,4	0,179	0,159	0,052	-0,02	-11,2	-0,127	-71
21	303	кар-дол.	Север	0,3	0,122	0,101	0,08	-0,021	-17,2	-0,042	-34,4
22	304	кар.	северо-запад	0,2	0,168	0,139	0,121	-0,029	-17,3	-0,047	-28
23	305	кар.	Запад	0,2	0,148	0,124	0,079	-0,024	-16,2	-0,069	-46,6
24	306	склон.	северо-запад	0,2	0,36	0,22	0,002	-0,14	-38,8	-0,358	-99,4
25	307	склон.	северо-запад	0,2	0,3	0,2	0,1	-0,01	-33,3	-0,02	-66,7
26	308	склон.	Север	0,1	0,48	0,38	0,22	-0,01	-20,8	-0,026	-54,2
27	309	склон.	Восток	0,2	0,137	0,127	0,076	-0,01	-7,3	-0,061	-44,5
28	312	кар.	Запад	0,4	0,329	0,299	0,162	-0,03	-9,1	-0,167	-50,8
29	313	кар.	северо-запад	0,4	0,349	0,301	0,131	-0,048	-13,8	-0,218	-34,9
30	314	дол.	северо-запад	2	1,833	1,733	1,481	-0,1	-5,5	-0,352	-19,2
31	315	кар. дол.	северо-восток	1,6	1,257	1,207	1,009	-0,05	-4,0	-0,248	-19,7
32	69	кар.	северо-запад	0,06	0,03	0,02	0	-0,01	-33,3	-0,03	-100
33	70	вис. кар.	северо-запад	0,08	0,07	0,07	0,06	0	0	-0,01	-14,3
34	71	вис.	северо-восток	0,08	0,05	0,03	0,02	-0,02	-40	-0,03	-60
35	72	вис.	Север	0,06	0,03	0,03	0,02	0	0,25	-0,01	-33,3

*Каталог 7ледников СССР, том 14. Амударья, бассейн верховьев реки Зеравшана от устья реки Фандарья. Ленинград. Гидрометиздат, 1982

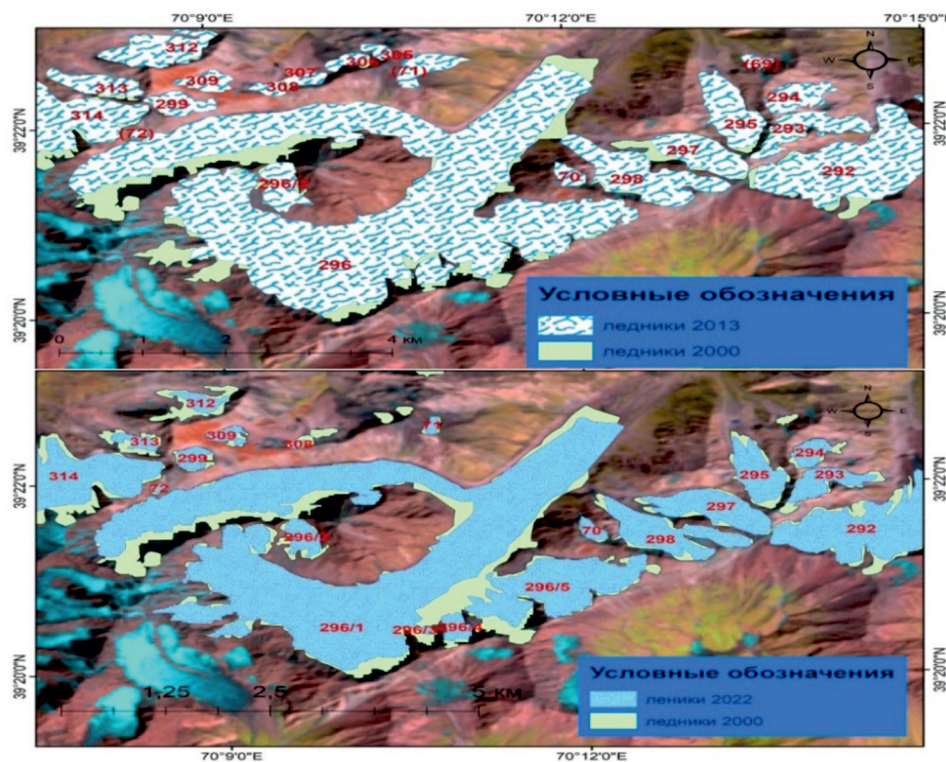


Рис. 7. Картина, показывающая деградацию самого крупного ледника региона исследования (ледник 296) за период 2000 – 2022 гг.

Далее, в течение 2013-2022 гг., ледник разделился ещё на 3 части (2963, 2964 и 2965), площади которых были соответственно равны 0,02, 0,11, 1,532 км² и (рис. 7). Если учесть площади частей, на которые распался ледник 296, то за период 2000-2022 гг. его площадь сократилась на 2,42 км², т.е. на 17,5%.

По морфологическому типу исследуемые ледники подразделяются на долинные (11 ледников - 284, 285, 292, 295, 296, 297, 298, 300, 303, 314 и 315). К долинным ледникам были также отнесены карро-долинные и висяче-долинные ледники. К каровым относятся 17 ледников (283, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 293, 294, 299, 301, 304, 305, 312, 313, 69 и 70), а к склоновым - 7 ледников (302, 306, 307, 308, 309, 71 и 720). К каровым ледникам были отнесены также висяче-каровые, а к склоновым - висячие. Преимущественное положение, занимают долинные и каровые ледники - 28 ледников.

На исследуемой территории, по экспозиции, 8 ледников (283, 284, 285, 301, 302,

303, 308 и 72) имеют ориентацию на север, 5 ледников (292, 296, 300, 315 и 71) - на северо-восток, 12 ледников (286, 291, 295, 297, 298, 304, 306, 307, 313, 314, 69 и 70) - на северо-запад, 6 ледников (287, 288, 289, 290, 305 и 312) - на запад и 4 ледника (293, 294, 299 и 309) - на восток, т.е. по экспозиции направления север и северо-запад имеют преимущество.

Если рассматривать деградацию ледников по морфологическому типу, то из табл. 2 видно, что долинные ледники составляют 31,4%, каровые-48,6% и склоновые - 20% от общего количества ледников. В течение 2000-2013гг. наибольшее сокращение претерпели склоновые (25%), а долинные и каровые ледники сократились соответственно на 3,6 и 20,7 %. В общем за 2000 – 2022 гг. площадь долинных ледников сократилась на 6 км² (25%), каровых - на 1,9 км² (39%), а склоновых - на 0,202 км² (24%). За весь период наблюдения (2000 – 2022 г.), наибольшее сокращение получили каровые ледники (39 %).

Таблица 2

Изменение площади ледников бассейна рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000-2022 гг. по морфодологическому типу

Морфология	Количество	В % к общему числу	Средняя деградация площадей за период			
			2000 – 2013 гг., км ²	%	2000 - 2022 гг., км ²	%
Долинные	11	31,4	-0,841	-3,6	-5,95	-25,3
Каровые	17	48,6	-1,0	-20,7	-1,9	-39,4
Склоновые	7	20	-0,21	-25,2	-0,202	-24,2

По экспозиции на север ориентированы 8 ледников (22,8%), северо-восток - 5 ледников (14,3%), северо-запад - 12 ледни-

ков (34,3%), запад - 6 ледников (17,1%) и восток - 4 ледника (11,4%).

Таблица 3

Изменение площади ледников бассейна рек Шахи Сафед и Дихаданг за период 2000-2022 гг. по экспозиции

Экспозиция	Количество	В % к общему числу	Средняя деградация площадей за период			
			2000 – 2013 гг., км ²	%	2000 - 2022, км ²	%
Север	8	22,8	-0,19	-7,9	-0,51	-21,3
Северо-Восток	5	14,3	-0,5	-2,8	-4,9	-27,8
Северо- Запад	12	34,3	-0,53	-9,6	-1,53	-27,6
Запад	6	17,1	-0,28	-13,4	-0,68	-32,5
Восток	4	11,4	-0,25	21,4	-0,49	-41,9

За период 2000-2013 гг. и 2000-2022 гг. наибольшее сокращение получили ледники, ориентированные на запад и восток (32,5 - 41,9). Ледники, ориентированные на север, северо-восток и северо-запад, за 2000-2013 гг., сократились незначительно (2,8-9,6%), а за 2000-2022 гг. их сокращение составляет 21,3-27,8% (табл.3).

Заключение

За весь период исследования жаркий период года на станциях Мадрушкат и Дехавз приходится на июль и август месяцы. Средняя температура воздуха за эти месяцы составляет 18,5°C и 14,8°C, а наибольшие положительные значения в среднем 19,7°C и 15,8 °C.

Холодный период года на станциях приходится на декабрь, январь и февраль месяцы, а наименьшие отрицательные среднемесячные значения температуры

воздуха наблюдались в январе и феврале месяце, составляя в среднем -6,8°C и -8,6°C соответственно.

Изменение температуры воздуха имеет положительный тренд и за весь период увеличивается, в среднем, на 1,1°C.

Учитывая максимальное среднемесячное значение температуры воздуха в июль и август месяце, на близлежащей (100-200 м по высоте) метеостанции Дехавз и экстраполируя ее на высоты расположения исследуемых ледников, то можно получить, что в зоне аккумуляции ледников она составит +1,8°C, а в зоне языка - +3,5°C. Это способствует их таянию в летний период, меньше в области аккумуляции и больше в области языка ледников.

Ход изменения среднемесячных значений количества осадков за весь период исследования по станции Мадрушкат

и Дехавз имеет положительный тренд в среднем по двум станциям количество осадков увеличивается на 20%, что является как бы надеждой на дальнейшее увеличение аккумуляции снега на ледниках.

По сравнению с 2000 году ледники в 2013 году ледники потеряли 1,5 км² (5,2%), а в 2022 году 7,9 км² (27,6%) своей площади.

В течение 2000-2013 гг. самый крупный в зоне исследования ледник 296 разделился на две части и сократился, примерно на 0,26 км (2%), а в течение 2013-2022 гг., ледник разделился ещё на 3 части и по сравнению с 2000 годом его площадь сократилась на 2,42 км², т.е. на 17,5%.

За 2000 – 2022 гг. площадь долинных ледников сократилась на 6 км² (25%), каровых – на 1,9 км² (39%), а склоновых – на 0,202 км² (24%).

Ледники, ориентированные на север, северо-восток и северо-запад, за 2000-2013 гг., сократились незначительно (2,8-9,6%), а за 2000-2022 гг. их сокращение составляет 21,3-27,8%.

Литература

1. Карандаев С.В., Карандаева Л.М.. Оценка современного оледенения бассейна ледника Зеравшанский. Центрально Азиатский журнал географических исследований. Гидрология и климатология № 3-4, 2021. С.1-12
2. Каталог ледников СССР, том 14. Средняя Азия. Выпуск 3. Амударья. Часть 6. Бассейн р. Сурхоб, между устьями рек Обихингоу и Муксу. Гидрометеоздат, Ленинград, 1971. 92 с.
3. Каюмов А. Махмадалиев Б., Новиков В. Второе национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата Душанбе, 2008. - 86с
4. Каюмов А. Махмадалиев Б., Новиков В., Каримов Ю., Пердомо М. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата - Душанбе, 2003. - 234 с.
5. Каюмов А. Новиков В. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Душанбе, 2014., 166 с .
6. Каюмов А. К., Наврузшоев Х. Д. Современное состояние оледенения бассейна реки Друмдара. Журна «Криосфера», № 1-2, 2021. С.34-44.
7. Каюмов А. К., Давлятова А., Кабутов Х., Наврузшоев Х.Д. Описание изменения площади ледников в бассейне реки Писода. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.53-61.
8. Каюмов А. К., Амиров У., Кабутов Х., Наврузшоев Х.Д. Оценка деградации ледников притока реки Иштансалды бассейна реки Сурхоб дистанционным методом. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.62-71.
9. Каюмов А. К., Гозиев С.Т., Убайдулоев У.Р., Кабутов Х.К., Наврузшоев Х.Д.. Текущее состояние ледников бассейна реки Ситарги в ходе изменения климата. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.79-87.
10. Каюмов А. К., Расулзода Р., Кабутов Х.Л. Изучение состояния ледников в бассейне реки Драй Даршай. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.88-98.
11. Каюмов А. К., Камолова Д., Шомамадов А., Кабутов Х.. Исследование ледников верховья реки Наукрум в бассейне реки Сурхоб. Журнал «Криосфера», № 1-2, 2021. С.99-108.
12. Каюмов А. К., Наврузшоев Х. Д. Деградация ледников северного склона Южно-Аличурского хребта по состоянию на 2021 год. Журнал «Криосфера», № 3-4, 2022. С.96-108.
13. Каюмов А. К., Кабутов Х. К. Исследование ледника Восточный Зулмарт (№139) гляциологическим методом. Журнал «Криосфера», № 3-4, 2022. С.109-117.

14. Курбонов Н.Б., Норматов П.И. Мониторинг метеорологических условий и их влияние на состояние ледников бассейна реки Зеравшан // Известия ВУЗов (Кыргызстан). - Бишкек, 2015. - №4. - С.82-86.
15. Курбонов Н.Б. Климато-географический анализ влияния температурного режима на деградацию ледников бассейна реки Зерафшан - <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-3-15-25.14> - посещение 15.07.2024
16. Курбонов Н.Б., Фрумин Г.Т. Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зерафшан. Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов БРЗ. - LAP Lambert Academic publishing RU, 2021. - 145 с.
17. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Гидрометеиздат. Ленинград, 1984. 376 с.
18. Основные результаты выполнения мониторинга и исследований лаборатории Гляциологии ТШВНЦ за период 2016-2020 гг. https://scorcher.ru/glaciology/new_2_2021.php - посещение 16.07.2024 г.
19. Курбонов Н.Б. Мониторинг чрезвычайных ситуаций и их зависимость от метеорологических условий в бассейне реки Зеравшан // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - Душанбе, 2014. - №1-1 (126). - С.273-279.
20. Состояние и перспективы интегрированного управления водными ресурсами бассейна реки Зеравшан. Аналитический обзор. Проект ЕС-ПРООН (2009-2012). Программа Развития ООН, 2010, 92 с.

ОМУЗИШИ ПИРЯХҲОИ ҲАВЗАИ ДАРЁҲОИ ШАХИ САФЕД ВА ДИХАДАНГ ДАР БОЛООБИ ДАРЁИ ЗАРАФШОН

Шомаҳмадов А.М., Боқизода А.Б., Қайумов А.Қ., Амиров У.

Аннотатсия. Дар рафти омӯзиши ҳолати пирахҳо дар ҳавзаҳои дарёҳои Шахи Сафед ва Дихаданг муайян карда шуд, ки ҳарорати миёнаи моҳонаи ҳаво дар давраи солҳои 2000-2023 ва миқдори боришот дар давоми солҳои 2013-2022 тамоюли мусбат дошта, мувофиқан ба ҳисоби миёна 1,1°C ва 20% афзоиш ёфтаанд.

Давоми солҳои 2000-2013, пирахҳо 1,5 км² (5,2%) ва солҳои 2000-2022 7,9 км² (27,6%) масоҳати худро аз даст додаанд. Пирахҳои калонтарини минтақаи омӯзиши (масоҳаташ 13,8 км²) дар давраи солҳои 2000-2022 ба 5 қисм тақсим шуда, масоҳаташ 2,42 км² кам шудааст, яъне 17,5 %. Дар давраи солҳои 2000-2022 масоҳати пирахҳои водигӣ 6 км² (25%), ҷиркӣ 1,9 км² (39%) ва пирахҳои нишебигӣ 0,2 км² (24%) коҳиш ёфтааст. Масоҳати пирахҳои ба самти шимол, шимолу шарқ ва шимолу ғарб тамоюлдошта, давоми солҳои 2000-2022 аз 21,3 то 27,8% кам шудааст.

Калидвожаҳо: морфологияи пирахҳо, экспозитсия, экстраполятсия, градиенти ҳарорат бо баландӣ, тамоюли тағйирёбии қимати параметрҳо.

STUDY OF GLACIERS IN THE SHAKHI SAFED AND DIKHADANG RIVER BASINS IN THE UPPER REACH OF THE ZERAFSHAN RIVER

Shomahmadov A., Bokizoda A.B., Kayumov A.K., Amirov U.

Abstract. During the study of the state of glaciers in the Shakhi Safed and Dikhadang river basins for the period 2000-2022, average monthly air temperature for the period 2000-2024 and the amount of

precipitations for 2013-2022, it was revealed that the change in air temperature has a positive trend and increased by an average of 1.1°C over the entire period. In the glacier accumulation zone, the average monthly air temperature is $+1.8^{\circ}\text{C}$, and in the glacier tongue zone -3.5°C . The course of change in the average monthly precipitations also has a positive trend and for the entire 2013-2022, on average, increased by 20%.

For the period 2000-2013, glaciers have lost 1.5 km^2 (5.2%) of their area, and by 2022 - 7.9 km^2 (27.6%). The largest glacier number 296 (with the area 13.8 km^2) was divided into 5 parts during 2000-2022, and its area decreased by 2.42 km^2 , i.e. by 17.5%. During 2000-2022, the area of valley glaciers decreased by 6 km^2 (25%), cirque glaciers - by 1.9 km^2 (39%), and slope glaciers by 0.2 km^2 (24%). Glaciers oriented to the north, northeast, and northwest decreased by 21.3-27.8% during 2000-2022.

Key words: glacier morphology, exposure, extrapolation, temperature gradient, trend of parameter values.

Маълумот дар бораи муаллиф: А.Шомахмадов, А.Б. Бокизода, А.К. Каюмов, У. Амиров – ходимони илмии Маркази омӯзиши пирахҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

Сведения об авторах: А. Шомахмадов, А.Б. Бокизода, А.К. Каюмов, Ю. Амиров - научные сотрудники Центра изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана.

About the authors: A. Shomakhmadov, A.B. Bokizoda, A.K. Kayumov, Yu. Amirov - research associates of the Center for the Study of Glaciers of the National Academy of Sciences of Tajikistan.

УДК 551.311(575.3)

СОВРЕМЕННОЕ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЕ В МОРЕНАХ ПОГРЕБЁННОГО ЛЕДНИКА НАД ОЗЕРОМ ЛАБИДЖАЙ

Маджидов О.Ш.

Национальная академия наук Таджикистана,
Отдел географии и дистанционного зондирования

Аннотация. Установлено, что работа ледников складывается из разрушения, переноса и отложения горных пород. В результате экзарационной (выпахивание) деятельности создаются своеобразные формы на поверхности земли. Ледники, насыщенные обломочным материалом, истирают, полируют, бороздят поверхность подстилающих твёрдых скальных пород создавая каркас рельефообразования в условиях предгорий и гор. На эти процессы накладывает свой отпечаток и фиксируемые сейчас изменение климата. Отступление ледников приводит к изменению в целом приледникового рельефа и также состава составляющих моренных продуктов. Также на статье рассматривается зависимость режима уровней озёр от климата.

Ключевые слова: ледник, морена, рельеф, климат, горные породы.

Введение. Как известно, работа ледников складывается из разрушения почв, переноса и их отложения. В результате экзарационной (выпахивание) деятельности создаются своеобразные формы на поверхности земли. Ледники, насыщенные обломочным материалом, истирают, полируют, бороздят поверхность подстилающих твёрдых скальных пород [2], создавая каркас рельефообразования в условиях предгорий и гор. На эти процессы накладывает свой отпечаток и фиксируемое сейчас изменение климата.

Насколько нам известно, эта денудационная деятельность в условиях Таджикистана исследована не была, и восполнение данного пробела в этом направлении современной горной геоморфологии представляется весьма актуальным.

Исходя из этого, целью статьи явилась описание процессов рельефообразования в моренах ледников бассейна р. Ягноб – левого притока (второго порядка) р. Зеравшан в среднем течении (на примере погребённого ледника над озером Лябиджай).