

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ / МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ / ENVIRONMENTAL MONITORING

УДК: 556.124

МУЗЛИКЛАРДАН ТҶИНАДИГАН КИЧИК ТОҒ ДАРЁЛАРИНИНГ ГИДРОЛОГИК МОНИТОРИНГИ (БАРҚИРОҚСОЙ МИСОЛИДА)

С.С. СУВОНҚУЛОВ^{1,3*}, Ғ.Ў. УМИРЗАҚОВ^{2,3}, Ҳ.А. МАМИРОВ^{1,3},
Ф.Н. АКБАРОВ¹, Д.К. ЭШМУРАТОВ³, М.А. ПЕТРОВ¹

¹ Ҳ.М.Абдуллаев номидаги Геология ва геофизика институти, ssarkorbek@gmail.com, hmamirov@inbox.ru, fedya8310@mail.ru, maxpetr1962@gmail.com

² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, g.umirzakov@gmail.com

³ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, eshmuratov_d@mail.ru

Аннотация. Мақолада Писком ҳавзасида жойлашган Барқироқ музликларининг эриган сувларидан ҳосил бўлувчи Барқироқсой оқими режими ва унинг гидрологик кўрсаткичлари далакузатув маълумотлари асосида ўрганилган. Барқироқсойда вақтинча ўрнатилган юқори ва қуйи гидрологик постларда кузатилган сув сатҳларининг кўрсаткичлари таҳлил қилинган. Натижада, Барқироқсой сув сатҳининг ҳаво ва сув ҳароратларига боғлиқ ҳолда тебраниши аниқланган ва улар статистик баҳоланган.

Калит сўзлар: дарё ҳавзаси, музлик, дарё, сув сатҳи, мослашган сув сатҳлари, ҳаво ҳарорати, сув ҳарорати, статистик баҳоланиш.

Кириш. Глобал исиш натижасида тоғ музликлари майдони ва ҳажмининг кисқариши ҳамда улардан ҳосил бўлувчи оқим миқдорларининг ўзгариши кузатилмоқда. Бу жараён музликларнинг эришидан ҳосил бўладиган сув оқими режими кўрсаткичларининг ўзгаришига ва уларнинг мавсумий ҳамда йиллик ўзгарувчанликларининг ортишига олиб келмоқда. Шу сабабли музликлардан бошланадиган кичик дарёлар ва сойларнинг гидрологик режимини тадқиқ этиш, ҳозирги кундаги иқлим ўзгариши шароитида тоғли ҳудудлар гидрологиясининг **долзарб** масалаларидан бири ҳисобланади.

Ўрта Осиё тоғ дарёлари гидрологияси, хусусан, музликлар ва улардан ҳосил бўладиган оқимни ўрганишда Л.К.Давыдов, Н.Л.Корженевский, В.Л.Щульц, О.П.Щегловлар ўзларининг ушбу йўналишдаги илмий мактабларини ривожлантириш орқали катта ҳисса қўшганлар. Кейинчалик, Г.Е.Глазырин, Б.А.Камолов, Ю.Н.Лесник, В.Г.Коновалов каби олимлар музликлар эриши ҳисобидан дарёлар оқимига қўшилган сувлар ҳиссасини ҳисоблаш усулларини такомиллаштирганлар. Сўнгги йилларда М.Noelzle, M.Barandun, T.Saks, T.Schoene, E.Matteo каби хорижлик олимлар, иқлим ўзгариши шароитида музликлар массаларининг ўзгариши тенденцияларини баҳолаш ва бу жараённи моделлаштириш масалалари устида тадқиқотлар олиб бормоқдалар. Ҳозирги кунда, мамлакатимизда, мазкур йўналишдаги тадқиқотлар А.А.Ни, Б.К.Царёв, М.А.Петров, Э.П.Семакова, Ғ.Ў.Умирзақов томонидан давом эттирилмоқда.

Юқорида қайд этилган тадқиқотларда музликлардан бошланадиган кичик сойларнинг гидрологик режимини ўрганиш масалаларига алоҳида эътибор қаратилган. Лекин, мазкур муаммо шу кунга қадар Писком дарёси ҳавзаларидаги музликлардан бошланадиган сойлар мисолида алоҳида кўриб чиқилмаган.

Тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари. Мазкур ишнинг асосий мақсади музликлар эришидан ҳосил бўладиган Баркироқсой оқими сув сатҳи режимини ўрганиш ҳамда унга гидрометеорологик омиллар таъсирини статистик баҳолашдан иборат.

Ушбу мақсадни амалга ошириш учун тадқиқотда қуйидаги **вазифалар** белгилаб олинди:

- Баркироқсой ҳавзасининг йирик масштабли рақамли гидрографик картасини ГИС технологиялари асосида яратиш;
- Баркироқсойда дала тадқиқотлари жараёнида ўрнатилган юқори ва қуйи гидрологик постларда ўлчанган сув сатҳларининг ўзаро мослигини тадқиқ этиш;
- Баркироқсой сув сатҳининг сув ва ҳаво ҳароратларига боғлиқлигини статистик таҳлил қилиш.

Мазкур ишда Баркироқ ҳавзаси ва Баркироқсой **тадқиқотнинг объекти**, унинг гидрологик ва гидротермик режими эса **тадқиқотнинг предмети** ҳисобланади.

Мақолада, юқорида белгиланган мақсад ва вазифаларни бажаришда, Баркироқсой ҳавзасида олиб борилган дала тадқиқот кузатувлари давомида тўпланган маълумотлардан **бирламчи материаллар** сифатида фойдаланилди.

Тадқиқот объекти ҳисобланган Баркироқсой Писком дарёсининг асосий ирмоқларидан бири бўлган Ойгаинг дарёсининг ўнг ирмоғи ҳисобланади [Шульц, Машрапов, 1969]. Баркироқсой ҳавзаси $F = 47,3 \text{ км}^2$ майдонга эга бўлиб, унинг ўртача баландлиги $H_{\text{ўрт}} = 3150 \text{ м}$ ни ташкил этади. Баркироқсой ҳавзасида 4 та музлик мавжуд бўлиб, уларнинг умумий майдони $6,3 \text{ км}^2$ га тенг [Каталог ледников, 1968]. Таҳлиллар натижаси шуни кўрсатадики, илгари Ўнг Баркироқ, Ўрта Баркироқ ва Чап Баркироқ музликлари яхлит бўлган. Кейинчалик, иқлим ўзгариши натижасида, музлик чекиниб, 3 бўлакка ажралиб қолган [Ни ва бошқ., 2006; Томашевская ва бошқ., 2013].

Тадқиқот методологияси. Дала кузатув тадқиқотлари давомида Ўрта ва Ўнг Баркироқсойларнинг қўшилиш қисмидан пастроқда **юқори** ва ушбу сойнинг Ойгаинг дарёсига қўйилиш қисмида **қуйи** гидрологик постлар ўрнатилди (1-расм). Улар гидрологик постларга қўйиладиган стандарт талабларга жавоб беради [НГСиП, 1985]. Юқори ва қуйи постларда сув сатҳи ва сув ҳароратини қайд этиб борувчи Decagon русумли (www.ictinternational.com) ўзиёзар қурилмалар ўрнатилди. Шунингдек, гидрологик постлар STD-10 сув сатҳи ва ҳароратини ўлчовчи датчик ҳамда маълумотларни қайд этиб борувчи EM50G ўзиёзар қурилмалар билан жиҳозланди (1-расм).

STD-10 датчик сув сатҳини 0-10 метр интервалдаги баландликда 2 мм аниқликда, сув ҳароратини эса $-11 \div +49 \text{ }^\circ\text{C}$ оралиғида $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ аниқликда ўлчайди. Ушбу датчикда ўлчовларни 5 минутдан 24 соатгача вақт оралиқларида сошлаш имконияти мавжуд. EM50G ўзиёзар қурилмаси эса датчикларда ўлчанган 36000 тагача қийматни ўз хотирасида қайд эта олади. Ушбу қурилмалар ёрдамида ҳар соатлик сув сатҳлари қайд этиб борилди.

Баркироқсой ҳавзасининг метеорологик шароитини ўрганиш мақсадида, юқори пост яқинига MADD2 русумли автоматик метеостанция (АМС) ўрнатилди (1-расм). Мазкур автоматик метеостанцияда ҳаво ҳарорати, қуёш радиацияси, ўртача ва максимал шамол тезлиги ва унинг йўналиши, нисбий намлик, атмосфера босими ва ёғингарчилик каби метеорологик кўрсаткичлар ўлчанди. Тадқиқотда метеостанцияда қайд этилган ҳаво ҳарорати маълумотларидан музликнинг кунлик эриш режимини ўрганишда фойдаланилди.

Ҳар икки гидрологик пост орасидаги масофа ГАТ дастури ёрдамида аниқланди: $L = 8200 \text{ м}$. Юқори постдан қуйи постгача сувнинг етиб келиш вақти 2 хил услубда аниқланди: 1) гидрометрик паррак ёрдамида аниқланган тезлик орқали; 2) мослашган сув сатҳлари таҳлили асосида.

Ишда сув сатҳи тебранишларининг сув ҳарорати ва ҳаво ҳароратига боғлиқлиги статистик баҳоланди. Статистик таҳлил Пирсон корреляция коэффицентини ҳисоблаш йўли билан амалга оширилди.



1-расм. Дала тадқиқот ишларида кузатув ва ўлчов ишлари:

- а) метеостанциянинг жойлашган ўрни; б) оқим тезлигини ўлчаш;*
- в) юқори гидрологик постдан маълумотларни юклаш;*
- г) Degacon EM50G ўзиёзар қурилмаси ва CTD-10 датчиги*

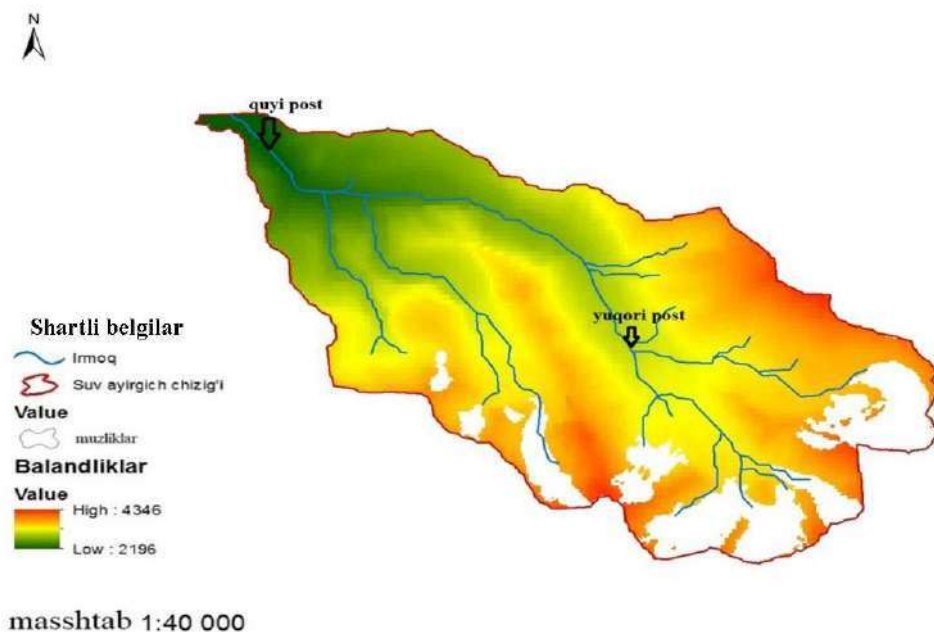
Рис. 1. Наблюдения и измерения при полевых исследованиях:

- а) местонахождение метеостанции; б) измерение скорости течения;*
- в) загрузка данных верхней гидрологической станции;*
- г) цифровой самописец Degacon EM50G и датчик CTD-10*

Fig. 1. Observation and measurements during the field work:

- a) location of meteorological station; b) measuring flow velocity;*
- v) loading data from the upper hydrological station; g) Degacon EM50G logger and CTD-10 sensor*

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Тадқиқотнинг вазифаларида белгиланганидек, дастлаб АҚШ Геология хизмати платформасидан (www.usgs.gov) Ернинг рақамли баландлик модели (DEM) маълумоти Баркироксой ҳавзаси жойлашган ҳудуд бўйича юклаб олинди. Олинган DEM маълумоти асосида, QGIS дастурида Баркироксой ҳавзасининг рақамли гидрографик картаси яратилди (2-расм).



2-расм. Баркироқсой ҳавзасининг рақамли гидрографик картаси

Рис. 2. Цифровая гидрографическая карта бассейна Баркраксай

Fig. 2. Digital hydrographic map of the Barkraksay catchment

Гидрографик картада Баркироқсой ҳавзасининг сув айирғич чизиғи, асосий ирмоқлари ва музликлар баландлик градиентлари асосида акс этган. Шунингдек, яратилган рақамли картадан Баркироқсой ҳавзасининг бошқа морфометрик кўрсаткичларини ҳам аниқлаш имконияти мавжуд.

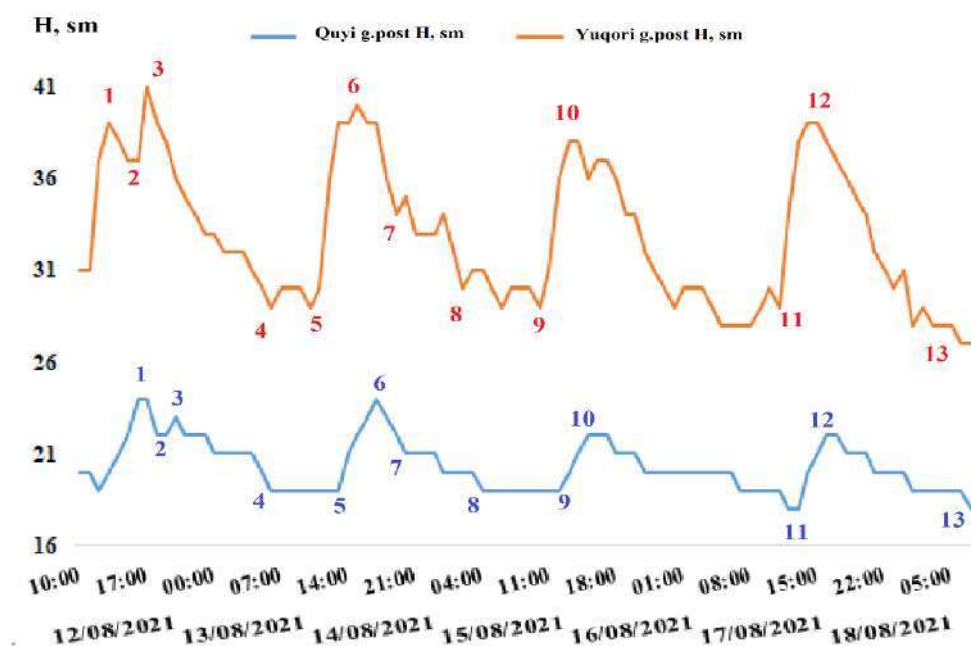
Ишнинг кейинги босқичларида кузатилган ва ўлчанган маълумотлар асосида, Баркироқ ҳавзасининг гидрологик кўрсаткичлари аниқланди. Баркироқсой тоғли ҳудудда жойлашган бўлса-да, унинг бўйлама қирқими текислик дарёлари хусусиятига мос келади, яъни тўғри чизикли шаклга эга. Бироқ, текислик дарёларидан фарқли равишда, сойнинг ГАТ дастури асосида аниқланган нишаблиги $i=0,11$ га тенг бўлиб, юқори қийматни ташкил этди.

Баркироқсойнинг Ўнг Баркироқ музлиги тилидан Ойгаинг дарёсига қуйилгунигача бўлган масофа $L=11700$ м ни ташкил этди. Мазкур ораликдаги сойнинг эгри бугрилик коэффициенти $K_e=0,85$ га тенг эканлиги ҳисоблашлар натижасида аниқланди. Соининг нишаблиги ва унинг оқибатида оқим тезлиги катталиги туфайли музликлар эришидан шаклланган сувнинг қисқа вақт оралиғида унинг қуйилишига етиб келиши кутилади. Ушбу жараёнларни инобатга олиб, Баркироқсой оқимининг ўртача тезлиги гидрометрик паррак ёрдамида аниқланди: $v=1,16$ м/с.

Юқори ва қуйи постлар оралиғидаги масофа (L) нинг ҳисобланган ўртача тезликка нисбати оқимнинг қуйи постга етиб келиш вақтини кўрсатади:

$$T = \frac{L}{v} = \frac{8200\text{м}}{1,16\text{ м/с}} = 1 \text{ соат } 58 \text{ минут.}$$

Дала тадқиқот давомида юқори ва қуйи гидрологик постларда кузатилган сув сатҳи маълумотлари асосида тузилган графиклардан мослашган сув сатҳлари аниқланди (3-расм).



3-расм. Юқори ва қуйи гидрологик постларда ўлчанган сув сатҳлари графиги

Рис. 3. Уровни воды, измеренные на верхних и нижних гидрологических постах

Fig. 3. Water levels measured at the upper and lower hydrological gauges

Барқироксойда дала тадқиқотлари олиб борилган 2021 йил 10-14 августда юқори ва қуйи гидрологик постларда ўлчанган сув сатҳлари (H , см) тебранишларининг ўзаро мослиги таҳлил қилинди. Натижада кузатиш вақти оралиғида юқори постда энг кичик сув сатҳи $H_{\min}=27$ см га тенг бўлса, унинг энг катта қиймати $H_{\max}=41$ см ни ташкил этиши аниқланди. Қуйи постдаёса сув сатҳининг максимал ва минимал қийматлари, мос равишда, $H_{\max}=24$ см ва $H_{\min}=18$ см га тенг бўлди. Юқори гидрологик постда сойнинг сув юзаси кенглиги (B , м) қуйи гидрологик постга нисбатан кичикдир. Бундан ташқари, юқори гидрологик постда нишабликнинг катталиги боис, сув сатҳининг тебраниш амплитудаси катта қийматни ташкил этди.

Кузатувлар олиб борилган гидрологик постларда ўлчанган сув сатҳлари орасидаги боғлиқликни аниқлаш мақсадида Пирсон корреляция коэффиценти қўлланилди. Унинг ҳисоблашлар натижасида олинган қиймати $R^2=0,43$ га тенг бўлди. Ушбу ҳисоблаш ишлари силжитишлар усули орқали амалга оширилганда, бу икки гидрологик пост сув сатҳлари орасидаги энг зич боғланиш $R^2=0,80$ га тенг бўлди. Бунга қуйи постда ўлчанган сув сатҳларини 2 соат олдинга силжитиш орқали эришилди. Бундан келиб чиқадики, юқори постда қайд этилган сув сатҳлари 2 соат ўтиб, қуйи постда кузатилади ва ушбу аниқланган вақт гидрометрик паррак ёрдамида аниқланган оқимнинг қуйи постга етиб бориш вақтини тасдиқлайди.

Сув сатҳларининг кунлик ўртача тебраниш амплитудаси юқори постда $H_{\text{ю}}=28-38$ см бўлган бўлса, қуйи постда $H_{\text{қ}}=22-18$ см ни ташкил этган. Сув сатҳларининг 14 августдаги максимал кунлик тебраниши юқори ва қуйи постларда мос равишда, $H_{\text{ю}}=40-29$ см ва $H_{\text{қ}}=19-24$ см кузатишлар амалга оширилган давр учун тузилган сув сатҳлари графигидан (3-расм) мазкур постларининг жами 13 та мослашган сув сатҳлари қийматлари ва уларнинг кузатиш вақтлари аниқланди (1-жадвал).

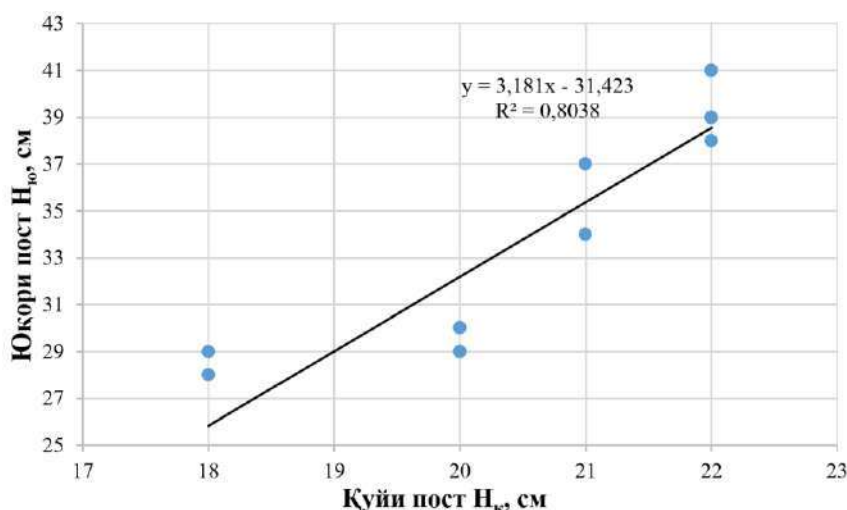
Мослашган сув сатҳлари ва улар кузатилган вақтлар

Соответственные уровни воды и время их наблюдения

Adjusted water levels and their observed times

№	Юқори пост		Қуйи пост	
	Н, см	вақт	Н, см	вақт
1	39	13:30	22	15:30
2	37	15:30	21	17:30
3	41	17:30	22	19:30
4	29	07:30	20	07:30
5	30	12:30	20	14:30
6	41	14:30	22	17:30
7	34	20:30	21	21:30
8	30	03:30	20	05:30
9	29	11:30	20	13:30
10	38	14:30	22	16:30
11	29	12:30	18	14:30
12	39	15:30	22	18:30
13	28	07:30	18	09:30

Мослашган сув сатҳлари ва улар қайд этилган вақтлар орасидаги фарқ аниқланди. Бу қийматлар 3 соатгача бўлган вақтни кўрсатди. Мазкур сув сатҳларининг кўтарилиши ва тушиши қийматларининг етиб келиш вақти ўртача 2 соатни ташкил этди. Шу орқали, Барқироқсой ҳавзасидаги юқори ва қуйи гидрологик постларда кузатилган сув сатҳлари орасида боғланиш мавжудлиги аниқланди (4-расм).



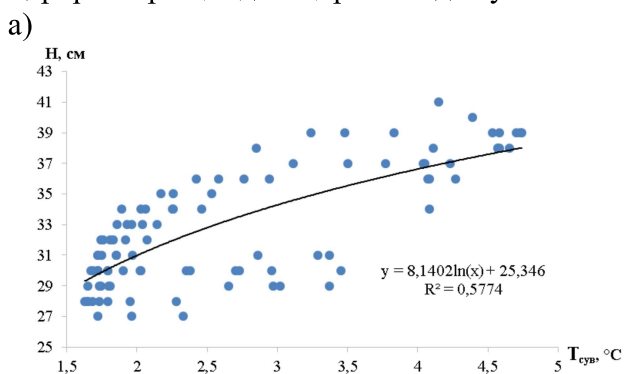
4-расм. Барқироқсойдаги юқори ва қуйи постларнинг мослашган сув сатҳлари орасидаги боғланиш графиги

Рис. 4. График связи соответственных уровней воды на верхнем и нижнем постах Баркракся

Fig. 4. Graph of relations between the adjusted water levels at the upper and lower hydrogauges of Barkraksay

Графикда акс этганидек, ҳар икки гидрологик постнинг мослашган сув сатҳларининг тебранишлари бир-бирига мос мос келади. Бу ҳолат ҳар икки гидрологик постлардаги мослашган сув сатҳлари орасидаги кореляция коэффицентининг $R^2=0,80$ га тенг эканлиги билан ҳам тасдиқланади.

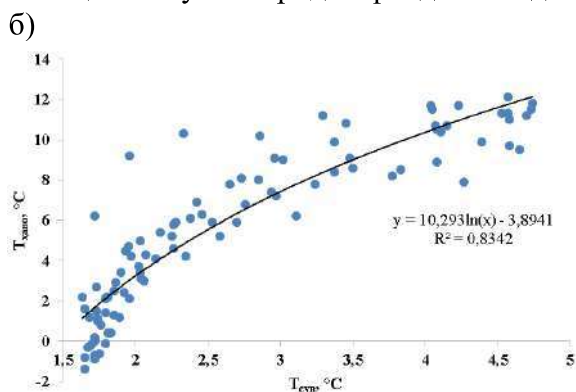
Дала кузатувлари доирасида Барқироқсой ҳавзасидаги музликларнинг эришидан ҳосил бўлган оқимнинг ҳаво ҳарорати ўзгаришига боғлиқлиги масаласи ҳам ўрганилди (5а-5б-расмлар). Бунинг учун автоматик метеорологик станцияда қайд этилган ҳаво ва сув ҳароратлари ҳамда юқори постда кузатилган сув сатҳи маълумотларидан фойдаланилди.



5а-расм. Юқори постдаги сув сатҳи ($H_{ю}$) ва сув ҳароратлари ($T_{суб}$) орасидаги боғланиш графиги

Рис. 5а. График связи между уровнем воды ($H_{в}$) и температурой воды ($T_{вода}$) на верхнем гидропосту

Fig. 5a. Graph of the relationship between water level (H_{w}) and water temperatures (T_{water}) at the upper hydrogauge



5б-расм. Юқори постда ўлчанган ҳаво ($T_{ҳаво}$) ва сув ($T_{суб}$) ҳароратлари орасидаги боғланиш графиги

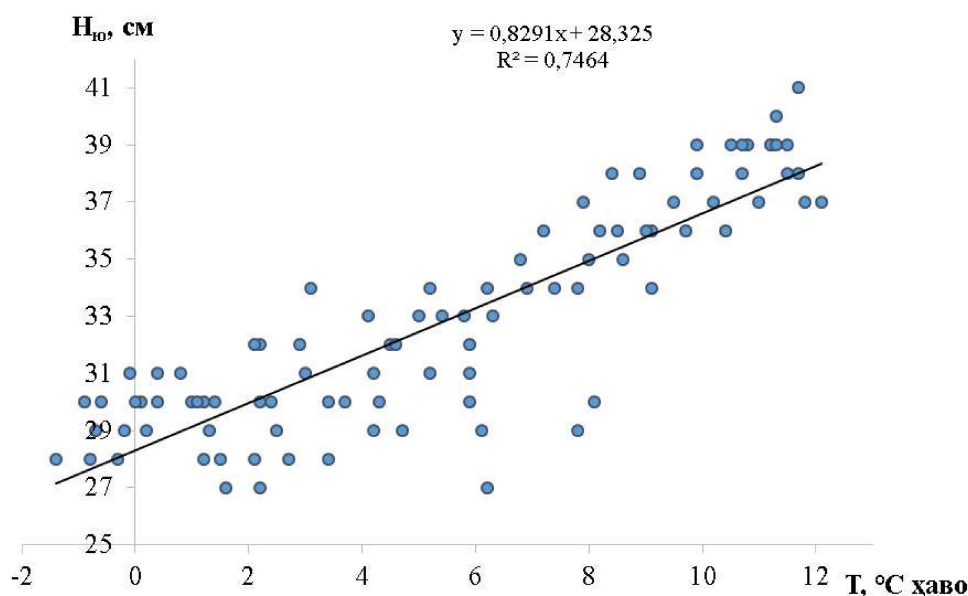
Рис. 5б. График связи между температурой воздуха ($T_{воздуха}$) и воды ($T_{вода}$) на верхнем гидропосту

Fig. 5b. Graph of relationship between air (T_{air}) and water temperatures (T_{water}) at the upper hydrogauge

Юқори гидрологик постда қайд этилган сув ҳарорати $T_{суб}=+4,74\div+1,63^{\circ}\text{C}$ оралиғида тебранган бўлса, АМС да кузатилган ҳаво ҳароратлари $T_{ҳаво}=+12,1\div-1,4^{\circ}\text{C}$ қийматлар оралиқда ўзгарган. Кузатишлар даврида сув ва ҳаво ҳароратлари амплитудалари, мос равишда, $3,1^{\circ}\text{C}$ ва $13,5^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этди. Сув ҳароратининг нисбатан кичик қийматларда ўзгариб туриши, ҳаво ҳароратнинг қисқа муддатли кўтарилиши ва музлик эришидан ҳосил бўладиган оқимга боғлиқ, яъни музликдан эриган сув Барқироқсой оқимини ҳосил қилади ва сой ўзанида унинг қуйи қисми томон ҳаракатланади. Натижада, сув ҳароратининг кўтарилишига имкон бўлмайди. Ҳаво ҳароратининг манфий қийматларида ҳам сувнинг ҳарорати минимал, яъни $T_{суб}=+1,6^{\circ}\text{C}$ кузатилган. Бу вақтда, табиийки, музликнинг эриши кузатилмайди. Бундай шароитда Барқироқсой оқими морена, қум ва шағаллар орасида тўпланган сувлар ҳисобига шаклланади [Сувонқулов ва бошқалар, 2020; Сувонқулов, Турғунов, 2020]. Умуман олганда, ҳаво ҳарорати билан Барқироқсой суви ҳарорати орасидаги боғланишни ифодаловчи кореляция коэффиценти $R^2=0,83$ га тенг бўлди.

Музликнинг эриши ҳисобига ҳосил бўлган оқим миқдори ҳаво ҳароратига боғлиқ бўлиб, музлик юзасида иссиқлик энергияси ҳосил бўлгандан сўнг оқим миқдори янада ортади [Сувонқулов, 2021]. Бу жараён сув ҳароратида ҳам акс этади. Соининг юқори постида ўлчанган сув сатҳи (H , см) билан сув ҳарорати (T , $^{\circ}\text{C}$) орасидаги $H=f(T_{суб})$ боғланишнинг кореляция коэффиценти аниқланди: $R^2=0,66$. Сойда сув сатҳининг

$H_{ю}=29-31$ см қийматлар оралиғида ўзгариши, сув ҳароратининг эса $T=+1,5\div+3,5^{\circ}\text{C}$ ораликда тебранганлиги аниқланди. Бунга сабаб, куннинг биринчи қисмида ҳароратга боғлиқ бўлган оқим ҳиссаси камроқ бўлиб, унинг ҳарорати ер ости сувлари ҳароратига яқин бўлади. Куннинг иккинчи қисмида эса, ҳаво ҳароратининг кўтарилиши натижасида, музликнинг эриш жараёни жадаллашади ва, шунга мос равишда, сой ўзанида сув сатҳи ҳам кўтарилади.



6-расм. Юқори постда ўлчанган сув сатҳи ($H_{ю}$) ва ҳаво ҳарорати ($T_{ҳаво}$) орасида корреляцион боғланиш

Рис. 6. Корреляционная зависимость между уровнем воды ($H_{в}$) и температурой воздуха ($T_{воздух}$), измеренных на верхнем гидропосту

Fig. 6. Correlation between water level (H_{w}) and air temperature (T_{air}) measured at the upper hydrogauge

Тадқиқотда юқори постда ўлчанган сув сатҳи ($H_{ю}$, см) нинг ҳаво ҳарорати (T , °C) га боғлиқлиги, яъни $H_{ю}=f(T_{ҳаво})$ боғланиш ҳам ўрганилди. Ушбу боғланишга асосланадиган бўлсак, ҳаво ҳарорати кўтарилганда, ўзанда сув сатҳи ҳам кўтарилган ва, аксинча, ҳаво ҳарорати пасайиши билан сув сатҳи ҳам камайган. Сув сатҳи ва ҳаво ҳарорати қийматларининг бир вақтда қайд этилган миқдорлари орасидаги боғланиш $R^2=0,40$ га тенг бўлган корреляция коэффиценти билан ифодаланди. Ушбу боғланишда сув сатҳи қийматлари 2 соат кейинга сурилганда эса корреляция коэффиценти $R^2=0,75$ га ортанлиги аниқланди. Демак, ҳаво ҳароратининг кўтарилиши натижасида музликнинг эришидан ҳосил бўлган оқим 2 соатдан сўнг юқори гидрологик постга етиб келади.

Хулоса ва таклифлар. Барқироксой ҳавзасининг мавжуд музликлари, дарё ўзани ва ирмоқлари баландлик градиентлари орқали акс этган рақамли гидрографик картаси ГАТ дастури асосида яратилди. Рақамли картадан Барқироксойнинг умумий узунлиги ($L=11700$ м), сойнинг ўртача нишаблиги ($i=0,11$) ва эгри-бугрилик коэффиценти ($K_e=0,85$) каби морфометрик кўрсаткичлари ҳисобланди. Барқироксой ҳавзасида олиб борилган дала тадқиқотлари давомида гидрологик ва метеорологик кузататувлар олиб борилди. Ўрнатилган юқори ва қуйи гидрологик постларда сув сатҳларининг кунлик режими ва мослашган сув сатҳлари ўрганилди. Кузатув ва ўлчов таҳлиллари натижасида оқимнинг юқори постдан қуйи постга етиб келиш вақти аниқланди ($T_{ўрт}=2$ соат). Ишда,

шунингдек, сув сатҳи ва сув ҳароратларининг кун давомида ҳаво ҳароратига боғлиқ ҳолда ўзгариши ҳам ўрганилди. Ҳавзанинг кузатилган ҳаво ҳарорати ва сув сатҳлари ўртасида энг юқори статистик боғланиш ($R^2=0,75$) дан музликлар эришидан ҳосил бўладиган оқимнинг ўртача 2 соатда юқори постда акс этиши тахмин қилинди. Ўз навбатида, ҳаво ва сув ҳароратлари ($R^2=0,83$) ҳамда сув сатҳи ва сув ҳароратлари ($R^2=0,66$) орасида юқори статистик боғланишлар мавжудлиги аниқланди.

Ушбу тадқиқот ишида дарёларнинг ҳаво ҳароратига боғлиқ ҳолда музликлар ҳисобига тўйиниши ёритиб берилган бўлиб, унда эришилган янгиликлар ва натижаларни амалиётга тадбиқ этишнинг катта имкониятлари мавжуд. Жумладан, улардан келгусида музликлардан тўйинувчи тоғ дарёлари гидрологик ва гидротермик режимини ўрганишда фойдаланиш мумкин. Келажакда музликлардан тўйинадиган кичик дарё ва сойларнинг гидрологик режими хусусиятларини ўрганишга қаратилган дала тадқиқотлари тўлиқ гидрологик йилни қамраб олиши мақсадга мувофиқ. Навбатдаги дала тадқиқот ишларини, замонавий қурилмалар ёрдамида, узлуксиз гидрометеорологик кузатувлар асосида ташкил этишянада аниқроқ натижалар олиш имконини беради.

Миннатдорчилик. Ушбу мақола Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлиги томонидан молиялаштирилган АЛМ-202107010-“Глобал иқлим ўзгариши шароитида тоғ музликлари масса баланси ўзгаришининг мониторинг тизимини ва музликларнинг келажакдаги ҳолатини тавсифловчи сценарийларни ишлаб чиқиш” амалий лойиҳаси доирасида амалга оширилди.

Муаллифлар ҳиссаси. **С.С. Сувонқулов:** дала тадқиқот ишларини олиб бориш, методология, натижалар таҳлили, матни ёзиш. **Ғ.Ў. Умирзаков:** мақола ғояси, натижаларни текшириш, мақолани таҳрирлаш ва расмийлаштириш, раҳбарлик. **Ҳ.А. Мамиров:** дала тадқиқот ишларида олинган маълумотларни қайта ишлаш. **Ф.Н. Акбаров:** дала тадқиқот ишларини ташкил этиш, олинган маълумотларни қайта ишлаш, графикларни яратиш. **Д.К. Эшмуратов:** рақамли карталарни яратиш, ҳавзасининг морфометрик кўрсаткичларини ҳисоблаш. **М.А. Петров:** дала тадқиқот ишларига раҳбарлик, адабиётлар шарҳи, натижалар таҳлили, мақолани таҳрирлаш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган матнини ўқиб чиқдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Каталог ледников СССР. Т. 14. Вып. 1. Ч. 1. Бассейн реки Пскем. – Л.: Гидрометеоздат, 1968. – 49 с.

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам (НГСИП). Выпуск 2. Часть II. Гидрометеорологические наблюдения на постах. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 211 с.

Ни А., Петров М.А., Тихановская А.А., Томашевская И.Г. Горное оледенение, климат, сток. – Ташкент: НУУз, 2006. – 206 с.

Расулов А.Р., Хикматов Ф. Х., Айтбаев Д.П. Гидрология асослари. – Тошкент: Университет, 2003. – 327 б.

Сувонқулов С.С., Акбаров Ф.Н., Мамиров Х.А., Тургунов Д.М. Статистический анализ стока, формирующийся за счет таяния ледников (на примере ледников Баркракской группы) // Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии, водном хозяйстве и геоэкологии. Уфа, 2020. – С. 118-121.

Сувонқулов С.С., Тургунов Д.М. Глобал иқлим ўзгаришининг Ўзбекистон тоғ музликлари ва уларнинг эриши ҳисобига шаклланган дарёлар оқимида таъсири (Барқроқ музликлар гуруҳи мисолида) // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 57-жилд. – Тошкент, 2020. – Б. 269-275.

Томашевская И.Г., Тихановская А.А., Петров М.А. Отступление ледников – фактор возникновения гляциальных селей // Криосфера Земли. – М.: 2013. Т. XVII, № 4. – С. 83-86.

Умирзаков Г.У., Рахмонов К.Р., Мамиров Х.А., Акбаров Ф.Н., Зултихаров Г.Б. Изменение баланса массы ледника Баркрак Средний под влиянием климатических факторов и его вклад в формирование стока реки Ойгаинг. Криосфера. – Душанбе, 2021. – С.72-78.

Шульц В.Л., Мауранов Р. Ўрта Осиё гидрографияси. – Тошкент: Ўқитувчи, 1969. – 328 б.

Hoelzle M., Azisov E., Barandun M., Huss M., Farinotti D., Gafurov A., Merkushev A. Re-establishing glacier monitoring in Kyrgyzstan and Uzbekistan, Central Asia. Geoscientific Instrumentation // Methods and Data Systems, 2017. № 6(2). – PP. 397-418.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МАЛЫХ ГОРНЫХ ВОДОТОКОВ ЛЕДНИКОВОГО ПИТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БАРКРАКСАЯ)

С.С. СУВАНКУЛОВ^{1,3*}, Г.У. УМИРЗАКОВ^{2,3}, Х.А. МАМИРОВ^{1,3},
Ф.Н. АКБАРОВ^{1,3}, Д.К. ЭШМУРАТОВ³, М.А. ПЕТРОВ^{1,3}

¹ Институт геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева, ssarkorbek@gmail.com, hmamirov@inbox.ru, fedya8310@mail.ru, maxpetr1962@gmail.com

² Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, g.umirzakov@gmail.com

³ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт

Аннотация. В статье, по данным полевых наблюдений над элементами режима стока Баркракская, формировавшегося за счет талых вод ледников Баркрак, расположенных в Пскемском бассейне, изучены его гидрологические показатели. Определены показатели уровней воды, наблюдаемые на временно установленных верхнем и нижнем гидрологических постах в Баркракская. В результате были определены и статистически проанализированы колебания уровня воды Баркракская в зависимости от температуры воздуха и воды.

Ключевые слова: речной бассейн, ледник, река, уровень воды, соответствующие уровни воды, температура воздуха, температура воды, зависимость, оценка.

HYDROLOGICAL MONITORING OF GLACIER-FED SMALL MOUNTAIN RIVERS (ON THE EXAMPLE OF BARKRAKSAY)

S.S. SUVANKULOV^{1,3*}, G.U. UMIRZAKOV^{2,3}, H.A. MAMIROV^{1,3},
F.N. AKBAROV^{1,3}, D.K. ESHMURATOV³, M.A. PETROV^{1,3}

¹ Institute of Geology and Geophysics named after H.M. Abdulleev, ssarkorbek@gmail.com, hmamirov@inbox.ru, fedya8310@mail.ru, maxpetr1962@gmail.com

² National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, g.umirzakov@gmail.com

³ Hydrometeorological Research Institute, eshmuratov_d@mail.ru

Abstract. In the article, based on the data of field observations, the regime of the Barkraksay runoff, formed from the melting of Barkrak glaciers located in the Pskem basin, and its hydrological indicators were studied. The indicators of water levels observed at the temporarily installed upper and lower hydrological gauges in Barkraksay were determined. As a result, fluctuations of water level of Barkraksay depending on air and water temperature were determined and statistically analyzed.

Keywords: river basin, glacier, river, water level, adjusted water level, air temperature, water temperature, relation, assessment.

REFERENCES

Katalog lednikov SSSR [Catalogue of glaciers of USSR]. Т. 14. Vip. 1. Ch. 1. Basseyn reki Pskem. – L.: Gidrometeoizdat, 1968. – 49 s. (in Russian)

Nastavleniye gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam (NGSiP) [Instructions for hydrometeorological stations and gauges]. Vipusk 2. Chast II. Gidrometeorologicheskiye nablyudeniya na postax. – L.: Gidrometizdat, 1985. – 211 s. (in Russian)

Ni A.A., Petrov M.A., Tikhonovskaya A.A., Tomashevskaya I.G. Gornoye oledneniye, klimat, stok [Mountain glaciation, climate, runoff]. – Tashkent.: NUUZ, 2006. – 206 s. (in Russian)

Rasulov A.R., Xikmatov F.X., Aytbayev. D.P. Gidrologiya asoslari [Fundamentals of hydrology]. – Toshkent: Universitet, 2003. – 327 b. (in Uzbek)

Suvankulov S.S., Akbarov F.N., Mamirov X.A., Turg'unov D.M. Statisticheskiy analiz stoka, formiruyushiyasya za schet tayaniya lednikov (na primere lednikov Barkraskay gruppi) [Statistical analysis of runoff formed by melting of glaciers (on the example of Barkrak glaciers)] // Fundamentalnie i prikladnie issledovaniya v gidrometeorologii, vodnom khozyaystve i geoekologii. – Ufa, 2020. – S. 118-121. (in Russian)

Suvonqulov S.S., Turg'unov D.M. Global iqlim o'zgarishining O'zbekiston tog' muzliklari va ularning erishi hisobiga shakllangan daryolar oqimiga ta'siri (Barqroq muzliklar guruhi misolida) [Global climate change impact on mountain glaciers of Uzbekistan and river runoff by their melting (in the case of the Barkrak glaciers)] // O'zbekiston Geografiya jamiyati axboroti. 57-jild. – Toshkent, 2020, – B. 269-275. (in Uzbek)

Tomashevskaya I.G., Tixonovskaya A.A., Petrov M.A. Otstupaniye lednikov – faktor vozniknoveniya glyasialnix seley [Retreating of glaciers - a factor in the occurrence of glacier lake outburst floods] // Kriosfera Zemli. – M.: 2013. T. XVII, № 4. – S. 83-86. (in Russian)

Umirzakov G.U., Rakhmanov K.R., Mamirov K.A., Akbarov F.N., Zulpikharov G.B. Izmenenie balansa massy lednika Barkrak Sredniy, pod vliyaniem klimaticheskikh faktorov i ego vklad v formirovanie stoka reki Oygaing [Mass balance changes of Barkrak Sredny glacier under the influence of climatic factors and its contribution to the formation of the Oygaing river runoff]. Cryosphere. – Dushanbe, 2021. – S.72-78. (in Russian)

Shuls V.L., Mashrapov R. O'rta Osiyo gidrografiyasi [Hydrography of Central Asia]. – Toshkent: O'qituvchi, 1969. – 328 b. (in Uzbek)

УДК: 551.515.3

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ В ПРИАРАЛЬЕ ЗА 2010-2021 ГОДЫ

Л.Ю. ШАРДАКОВА^{1*}, А.Р. АХМЕДОВА², Н.И. РАХМАТОВА¹,
Б.Э. НИШОНОВ¹

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,
lyudmila.shardakova@gmail.com, natella.rakhmatova@gmail.com, bnishonov@mail.ru

² Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, a-b-r@bk.ru

Аннотация. Проблемы, связанные с возникновением пыльных бурь являются актуальными для Узбекистана, особенно для его северо-западных территорий, где сильные ветры с пыльными бурями наблюдаются довольно часто, а новая пустыня Аралкум, образовавшаяся на высохшем дне Аральского моря, стала основным источником пыли. В статье на основании ряда наземных наблюдений на 9-ти метеостанциях сети Узгидромета за период 2010-2021 гг. проанализированы статистические характеристики пыльно-песчаных бурь в Приаралье – на территории Каракалпакстана. Выявлены особенности пространственно-временного распределения пыльно-песчаных бурь для исследуемого региона и по станциям наблюдений.

Ключевые слова: пыльные бури, базы данных, повторяемость, годовой ход, число дней с пыльными бурями, продолжительность, Приаралье, Каракалпакстан.

* Ответственный автор: lyudmila.shardakova@gmail.com, тел.: 998 90 374-58-53