

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ХИЗМАТИ АГЕНТЛИГИ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ВА АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

ИЛМИЙ ЖУРНАЛ

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**HYDROMETEOROLOGY
AND ENVIRONMENTAL MONITORING**

SCIENTIFIC JOURNAL

№4

2024

ISSN 2181-1261

Ўзбекистон Республикаси
Гидрометеорология хизмати агентлиги
(Ўзгидромет)

Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти
(ГМИТИ)

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
ВА АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ**

Илмий журнал



**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Научный журнал



**HYDROMETEOROLOGY
AND ENVIRONMENTAL MONITORING**

Scientific journal

№ 4

2024

Тошкент

ТАҲРИР КЕНГАШИ

Таҳрир кенгаши раиси:

Ҳабибуллаев Шерзод
Ҳабибуллаҳўжаевич

Масъул котиб:

Рўзиева Малоҳат Бахтиёровна

Таҳрир кенгаши аъзолари:

Тажиёв Баҳодир Саъдуллаевич
Алихонов Борий Ботирович
Абдурахманов Иброҳим Юлчиевич
Ҳамраёв Шавкат Раҳимович
Нишонов Баҳриддин Эркинович

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

Бош муҳаррир:

Холматжанов Бахтияр Маҳаматжанович,
г.ф.д., проф.

Бош муҳаррир ўринбосари:

Ҳикматов Фазлиддин,
г.ф.д., проф.

Таҳрир ҳайъати аъзолари:

Абдулахатов Эркин Икромович, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Абдурахимов Бахтиёр Файзиевич, ф.-м.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Аденбаёв Бахтиёр Ембергенович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Агзамов Файзулла Саидақбарович, и.ф.н. (Ўзбекистон); Азизова Раъно Гаффаровна, к.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Арушанов Михаил Львович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Аҳмедова Тамара Абдурахимовна, тех.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Бабушкин Олег Леонидович, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Верещагина Наталья Григорьевна, к.ф.н. (Ўзбекистон); Гафуров Акмал Акрамович, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Гуния Гарри Сергеевич, г.ф.д., проф. (Грузия); Гушина Дарья Юрьевна, г.ф.д. (Россия); Дергачёва Ирина Викторовна, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Камалов Баҳодир Асамович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Карандаева Лидия Михайловна, тех.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Кадиров Бахтиёр Шарафиддинович, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Мамаджанова Гавхар Аҳматхоновна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Мурадов Шухрат Одилович, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Мягков Сергей Владимирович, тех.ф.д., к.и.х. (Ўзбекистон); Нишонов Мухтор Мадаминович, ф.-м.ф.н., доц. (Ўзбекистон); Раҳмонов Комилжон Раджабович, г.ф.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Рафиқов Ваҳоб Асомович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Тилляходжаева Зухраҳон Джахангирова, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Тлеумуратова Бибигуль Сарибоевна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Тургунов Данияр Маннапжанович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Умирзақов Ғуломжон Ўнғарбоевич, қ.х.ф.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Холбаёв Гулман Холбаёвич, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Холмирзаёв Маъмуржон Жанузакович, г.-м.ф.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Фазилов Али Раҳматджанович, тех.ф.д., доц. (Тожикистон); Фролова Наталья Леонидовна, г.ф.д., проф. (Россия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Чередниченко Александр Владимирович, г.ф.д., проф. (Қозғоғистон); Эгамбердиев Ҳамракул Турсункулович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Юнусов Голиб Ходжаевич, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Якубов Мурод Адилевич, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон).

Журналда чоп этилган материаллардан фойдаланилганда “Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги” илмий журналдан олинди”, деб кўрсатилиши шарт. Мақолада келтирилган далиллар ва маълумотлар учун муаллифлар жавобгар. Таҳририят тақриздан ўтмаган мақолаларни қайтариш мажбуриятини олмага.

Журналнинг электрон шаклида жойлаштирилган барча материаллар нашр қилинган ҳисобланади ва муаллифлик ҳуқуқи объекти саналади.

“Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги” илмий журнали Ўзбекистон Республикаси Президенти Администрацияси ҳузуридаги Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан 2020 йил 6 июлда №1083-сон Гувоҳнома билан Оммавий ахборот воситаси давлат рўйхатидан ўтказилган.

“Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги” илмий журнали Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси Раёсатининг 2021 йил 30 апрелдаги 296/5-сон қарори билан 01.00.00 – Физика-математика фанлари, 06.00.00 – Қишлоқ хўжалиги фанлари ва 11.00.00 – География фанлари бўйича диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган.

Таъсисчи: Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлиги

Таҳририят манзили: Ўзбекистон, 100052, Тошкент шаҳри, Юнусобод тумани, Бодомзор йўли 1-тор кўча, 72. Тел.: +998 71 235-87-59; e-mail: info@nigmi.uz

ISSN 2181-1261

© Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлиги, 2024

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель редакционного совета:

Хабибуллаев Шерзод
Хабибуллахужаевич

Ответственный секретарь:

Рузиева Малохат Бахтиёровна

Члены редакционного совета:

Тажиев Баходир Саъдуллаевич
Алихонов Борий Ботирович
Абдурахманов Иброхим Юлчиевич
Хамраев Шавкат Рахимович
Нишонов Бахриддин Эркинович

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Холматжанов Бахтияр Махаматжанович,
д.г.н., проф.

Заместитель главного редактора:

Хикматов Фазлиддин,
д.г.н., проф.

Члены редакционной коллегии:

Абдулахатов Эркин Икромович, д.ф.г.н. (Узбекистан); Абдурахимов Бахтиёр Файзиевич, д.ф.-м.н., проф. (Узбекистан); Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Агзамов Файзулла Саидакбарович, к.э.н. (Узбекистан); Азизова Раъно Гаффаровна, к.х.н., с.н.с. (Узбекистан); Арушанов Михаил Львович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Ахмедова Тамара Абдурахимовна, к.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Бабушкин Олег Леонидович, к.г.н., с.н.с. (Узбекистан); Верещагина Наталья Григорьевна, к.х.н. (Узбекистан); Гафуров Акмал Акрамович, д.ф.г.н. (Узбекистан); Гуния Гарри Сергеевич, д.г.н., проф. (Грузия); Гущина Дарья Юрьевна, д.г.н. (Россия); Дергачёва Ирина Викторовна, д.ф.г.н. (Узбекистан); Камалов Баходир Асамович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Карандаева Лидия Михайловна, к.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Кадилов Бахтиёр Шарафиддинович, к.г.н., с.н.с. (Узбекистан); Мамаджанова Гавхар Ахматхоновна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Мурадов Шухрат Одилович, д.т.н., проф. (Узбекистан); Мягков Сергей Владимирович, д.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Нишонов Мухтор Мадаминович, к.ф.-м.н., доц. (Узбекистан); Рахмонов Комилжон Раджабович, д.ф.г.н., доц. (Узбекистан); Рафиков Вахоб Асомович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Тилляходжаева Зухраhon Джахангировна, д.ф.г.н. (Узбекистан); Глеумуратова Бибигуль Сарibaевна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Тургунов Данияр Маннапжанович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Умирзаков Гуломжон Унгарбаевич, д.ф.с.-х.н., доц. (Узбекистан); Холбаев Гулман Холбаевич, к.г.н., с.н.с. (Узбекистан); Холмирзаев Маъмуржон Жанузакович, д.ф.г.-м.н., доц. (Узбекистан); Фазылов Али Рахматджанович, д.т.н., доц. (Таджикистан); Фролова Наталья Леонидовна, д.г.н., проф. (Россия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Чередниченко Александр Владимирович, д.г.н., проф. (Казахстан); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Юнусов Голиб Ходжаевич, д.г.н., доц. (Узбекистан); Якубов Мурод Адилевич, д.т.н., проф. (Узбекистан).

При использовании материалов, опубликованных в журнале, следует указать «взяты из научного журнала «Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды». Авторы несут ответственность за факты и информацию, представленные в статье. Редакция не берет на себя обязательство возвращения статей, не прошедших рецензирование.

Все материалы, размещенные в электронном варианте журнала, считаются опубликованными и являются объектами авторского права.

Научный журнал «Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды» зарегистрирован в Государственном реестре средств массовой информации Свидетельством №1083 Агентства информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан от 6 июля 2020 г.

Постановлением Президиума Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан №296/5 от 30 апреля 2021 г. научный журнал «Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды» включен в перечень научных изданий для публикации основных научных результатов диссертаций по направлениям 01.00.00 – Физико-математические науки, 06.00.00 – Сельскохозяйственные науки и 11.00.00 – Географические науки.

Учредитель: Агенство гидрометеорологической службы Республики Узбекистан.

Адрес редакции: Узбекистан, 100052, г. Ташкент, Юнусабадский район, ул. 1-й проезд Бодомзор йули, 72. Тел.: +998 71 235-87-59; e-mail: info@nigmi.uz

ISSN 2181-1261

© Агентство гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, 2024

EDITORIAL COUNCIL

Chairman of the Editorial Council:

Sherzod Khabibullakhujaevich
Khabibullaev

Assistant Editor:

Ruzieva Malokhat Bakhtiyorovna

Members of the Editorial Council:

Bakhodir Sadullaevich Tajiev
Boriy Botirovich Alikhonov
Ibrohim Yulchievich Abdurakhmanov
Shavkat Rakhimovich Khamraev
Bakhriddin Erkinovich Nishonov

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

Bakhtiyar Makhmatjanovich Kholmatjanov,
D.Sc. in Geog., Prof.

Deputy Editor-in-Chief:

Fazliddin Khikmatov,
D.Sc. in Geog., Prof.

Members of the Editorial Board:

Erkin Ikromovich Abdulakhatov, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Bakhtiyor Fayzievich Abdurakhimov**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Bakhtiyor Embergenovich Adenbaev**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Fayzulla Saydakbarovich Agzamov**, *Ph.D. in Econ. Sci. (Uzbekistan)*; **Rano Gaffarovna Azizova**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Mikhail Lvovich Arushanov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Tamara Abdurakhimovna Akhmedova**, *Ph.D. in Tech. Sci. (Uzbekistan)*; **Oleg Leonidovich Babushkin**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Natalya Grigoryevna Vereshchagina**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Gafurov Akmal Akramovich**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Garry Sergeevich Gunia**, *D.Sc. in Geog. (Georgia)*; **Darya Yuryevna Gushchina**, *D.Sc. in Geog. (Russia)*; **Irina Viktorovna Dergacheva**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Bakhodir Asamovich Kamalov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Lidiya Mikhaylovna Karandaeva**, *Ph.D. in Tech. Sci. (Uzbekistan)*; **Bakhtiyor Sharafiddinovich Kadirov**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Gavkhar Akhmatkhonovna Mamadjanova**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Shukhrat Odilovich Muradov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Sergey Vladimirovich Myagkov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Mukhtor Madaminovich Nishonov**, *Ph.D. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Komiljon Radjabovich Rakhmonov**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Vakhob Asomovich Rafikov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Zukhrakhon Djakhangirovna Tillyakhodjaeva**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Bibigul Saribaevna Tleumuratova**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Daniyar Mannapjanovich Turgunov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Gulomjon Ungarbaevich Umirzakov**, *Ph.D. in Agri. Sci. (Uzbekistan)*; **Gulman Kholbaevich Kholbaev**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Mamurjon Zhanuzakovich Kholmiraev**, *Ph.D. in Geol. & Miner. Sci. (Uzbekistan)*; **Ali Rakhmatjanovich Fazylov**, *D.Sc. in Tech. (Tajikistan)*; **Natalya Leonidovna Frolova**, *D.Sc. in Geog. (Russia)*; **Elmir Ismailovich Chembarisov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Alexandr Vladimirovich Cherednichenko**, *D.Sc. in Geog. (Kazakhstan)*; **Khamrakul Tursunkulovich Egamberdiev**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Golib Khodjaevich Yunusov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Murod Adilovich Yakubov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*.

When using materials published in the journal, it should be noted that they are "taken from the Scientific journal "Hydrometeorology and Environmental Monitoring". The authors are responsible for the evidence and information presented in the article. The Editorial Board does not undertake obligation to return the articles that have not passed peer review.

All materials posted in the electronic form of the journal are considered as published and protected for copyright.

The Scientific journal "Hydrometeorology and Environmental Monitoring" is registered in the State Register of Mass Media by Certificate No. 1083 of the Agency of Information and Mass Communications under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan dated July 6, 2020.

By the Decree of the Presidium of Supreme Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan No. 296/5 dated April 30, 2021, the Scientific journal "Hydrometeorology and Environmental Monitoring" is included in the list of scientific publications for the publication of the main scientific results of dissertations in the areas 01.00.00 – Physical and mathematical sciences, 06.00.00 – Agricultural sciences and 11.00.00 – Geographical sciences.

Founder: Agency of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan.

Editorial office address: 72, 1st Bodomzor yuli str., Yunusobod district, Tashkent, 100052, Uzbekistan. Tel: +998 71 2358759; e-mail: info@nigmi.uz

ISSN 2181-1261

© Agency of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan, 2024

МУНДАРИЖА

МЕТЕОРОЛОГИЯ

М.Л. Арушанов, Х.У. Умеров, Л.Ю. Шардакова

ГИС технологиялари ҳамда интерфаол режим элементлари бўлган сунъий йўлдош тасвирлари асосида чанг бўронларини ташхислашнинг автоматлаштирилган технологияси

8

Н.О. Омонов, Ғ.Ў. Умирзақов, К.Р. Раҳмонов

Қурғоқчилик индексларини ҳисоблашда халқаро маълумотлар баъзасидан фойдаланиш имкониятлари

15

Б.М. Холматжанов, Г.Х. Холбаев, Э.Ю. Рахимов

Ўзбекистон ҳудудида термик ресурслар тақсимоти (кузги бўғдой ўсимлиги мисолида)

28

ГИДРОЛОГИЯ

Х.Л. Гаппоров, Р.А. Қулматов

Иқлим ўзгариши шароитида Зарафшон дарёси сув ресурсларининг миқдор ва сифат кўрсаткичларини баҳолаш (Ўзбекистон ҳудуди)

38

А.З. Умаров, О.А. Ҳайдарова, Ф. Ҳикматов

Амударё ва Сирдарё гидрологик режимини XX асрнинг иккинчи чорагидаги сув ўлчаш маълумотлари асосида ўрганиш

52

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

Т.А. Ахмедова

Чирчиқ дарёси суви ифлосланишининг таҳлили.....

66

М.Ш. Абдиева

Зарафшон ҳавзаси сув ресурслари ион таркибининг антропоген таъсир натижасида ўзгаришлари.....

76

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТЕОРОЛОГИЯ

М.Л. Арушанов, Х.У. Умеров, Л.Ю. Шардакова

Автоматизированная технология диагноза пыльных бурь по данным спутниковых снимков с элементами интерактивного режима и ГИС технологий 8

Н.О. Омонов, Г.У. Умирзаков, К.Р. Рахмонов

Возможности использования международных данных при расчете индексов засухи 15

Б.М. Холматжанов, Г.Х. Холбаев, Э.Ю. Рахимов

Распределение термических ресурсов на территории Узбекистана (на примере озимой пшеницы) 28

ГИДРОЛОГИЯ

Х.Л. Гаппоров, Р.А. Кулматов

Оценка количественных и качественных показателей водных ресурсов реки Зеравшан в условиях изменения климата (территория Узбекистана) 38

А.З. Умаров, О.А. Хайдарова, Ф. Хикматов

Изучение гидрологического режима рек Амударья и Сырдарья на основе водомерных данных второй четверти XX века 52

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т.А. Ахмедова

Анализ загрязнения воды реки Чирчик..... 66

М.Ш. Абдиева

Изменения ионного состава водных ресурсов бассейна Зеравшана под воздействием антропогенных факторов..... 76

CONTENTS

METEOROLOGY

M.L. Arushanov, H.U. Umerov, L.Yu. Shardakova

Automated technology of dust storm diagnosis based on satellite images with elements of interactive mode and GIS technologies . 8

N.O. Omonov, G.U. Umirzakov, K.R. Rakhmonov

Opportunities to use some of the international data when calculating drought indices..... 15

B.M. Kholmatjanov, G.Kh. Kholbaev, E.Yu. Rakhimov

Distribution of thermal resources in the territory of Uzbekistan (on the example of winter wheat)..... 28

HYDROLOGY

Kh.L. Gapporov, R.A. Kulmatov

Assessment of quantitative and qualitative indicators of water resources of the Zeravshan river in the context of climate change (territory of Uzbekistan) 38

A.Z. Umarov, O.A. Khaydarova, F. Khikmatov

Study of the hydrological regime of the Amudarya and Syrdarya rivers based on water measurement data of the second quarter of the 20th century 52

ENVIRONMENTAL MONITORING

T.A. Akhmedova

Analysis of water pollution of the Chirchik river..... 66

M.Sh. Abdieva

Changes in the ionic composition of the water resources of the Zeravshan basin under the influence of anthropogenic factors..... 76

МЕТЕОРОЛОГИЯ / METEOROLOGY

УДК: 551.501:551.508.91:551.507.362

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОЗА ПЫЛЬНЫХ БУРЬ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИНТЕРАКТИВНОГО РЕЖИМА И ГИС ТЕХНОЛОГИЙ**М.Л. АРУШАНОВ^{1*}, Х.У. УМЕРОВ¹, Л.Ю. ШАРДАКОВА¹**¹Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, mikl-arushanov@rambler.ru

Аннотация. Представлена разработанная в НИГМИ автоматизированная технология диагноза пыльных бурь (АТДПБ) по данным спутниковых снимков NOAA/AVHRR. Составляющими технологии являются два основных блока – блок первичной и блок тематической обработки изображения. Первичная обработка состоит в трансформировании снимка в заданную картографическую проекцию и его географическая привязка. Тематическая обработка представляет собственно диагноз пыльных бурь. Для этого используются два подхода. Первый подход основан на вычислении пылевого индекса NDDI, аэрозольной оптической толщины (АОТ) и массы аэрозоля (МА, $г/м^3$). Совместный анализ этих трёх количественных характеристик пыльной бури позволяет достаточно надёжно выделить на спутниковом снимке области пыльных бурь. Второй подход основан на классификации изображения с использованием модуля IsoData ГИС-пакета ENVI. Совместное использование двух подходов позволяет с высокой надёжностью выполнять автоматизированный диагноз с элементами интерактивного режима (на этапе трансформирования и географической привязки снимка по опорным точкам) пыльных бурь по данным спутниковых снимков.

Ключевые слова: спутниковые снимки, трансформирование, географическая привязка, пылевой индекс, аэрозольная оптическая толщина, масса аэрозоля, классификация изображения.

Введение. Мониторинг пыльных бурь, как опасного метеорологического явления, на современном этапе должен основываться на реализации автоматизированных технологий с использованием данных дистанционного зондирования (спутниковых данных). При этом важнейшим элементом автоматизированной обработки спутниковых снимков является возможность получения количественных характеристик пыльных бурь: дифференциальный индекс запылённости NDDI (Normalized Difference Dust Index), аэрозольная оптическая толщина (АОТ) и масса аэрозоля (МА, $г/м^3$).

Цель работы. В данной статье представлены этапы реализации автоматизированной обработки спутниковых снимков с целью диагноза пылевых бурь и оценки их количественных характеристик (NDDI, АОТ, МА).

Приведён пример реализации автоматизированной обработки спутникового снимка с пыльной бурей 17 марта 2021 года в Каракалпакстане, над Ормузским проливом и Оманским заливом.

Постановка задачи. Модули, реализующие автоматизированную обработку спутниковых снимков с пыльными бурями подробно рассмотрены в работах [Арушанов и др., 2022; Арушанов и др., 2024]. В данной работе алгоритмы первичной и тематической обработки сведены в единую автоматизированную систему, позволяющую выполнять

* Ответственный автор: mikl-arushanov@rambler.ru, тел.: +998 90 997-61-46

необходимые процедуры в режиме оперативной работы. Кроме того, модули, описанные в вышеуказанных работах, пополнены процедурами классификации изображения с результатом построения векторного изображения пыльной бури на базе пакета ENVI [ENVI 5.1, 2014]. Данное добавление позволяет сопоставить результаты диагноза пыльной бури, выполненного двумя методами.

Используемые данные. Автоматизированная технология диагноза пыльных бурь (АТДПБ) апробировалась по спутниковым изображениям NOAA/AVHRR, сведённых в базу данных за период 2010-2021 годы с датами пыльных бурь. Здесь необходимо отметить, что, хотя апробация АТДПБ выполнялась по данным AVHRR, по сути, она имеет универсальный характер и применима к любой серии спутников.

Этапы обработки спутникового снимка. Автоматизированная технология диагноза пыльных бурь включает два основных блока: блок первичной обработки спутникового снимка и блок тематической обработки – собственно диагноз пыльной бури на спутниковом изображении. Целевая блок-схема автоматизированной технологии показана на рис. 1.

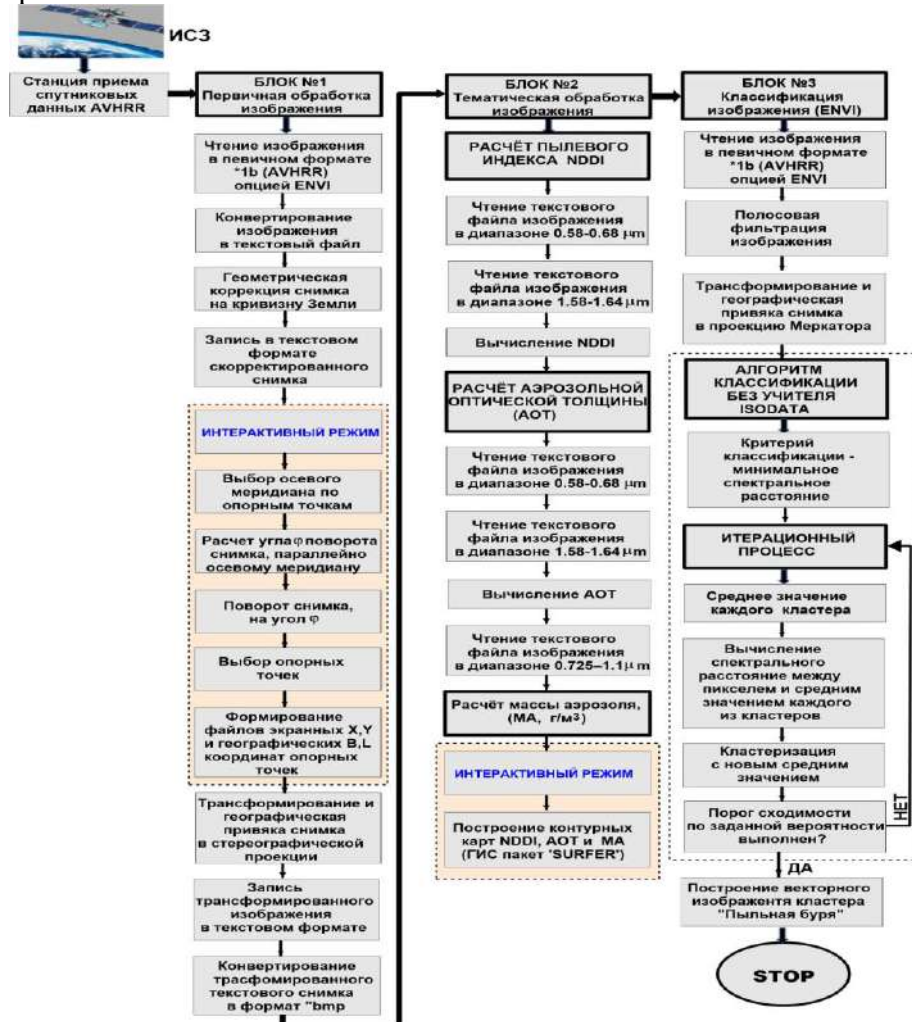


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной технологии диагноза пыльной бури

Fig. 1. Block diagram of automated technology for dust storm diagnosis

Первичная обработка снимка включает его геометрическую коррекцию на кривизну Земли, трансформирование в заданную картографическую проекцию. В АТДПБ

предусмотрена стереографическая и меркаторская проекции. Результат первичной обработки снимка NOAA/AVHRR 17 марта 2010 года показан на рис. 2. Географическая привязка снимка осуществляется по опорным точкам [Арушанов, 1994].

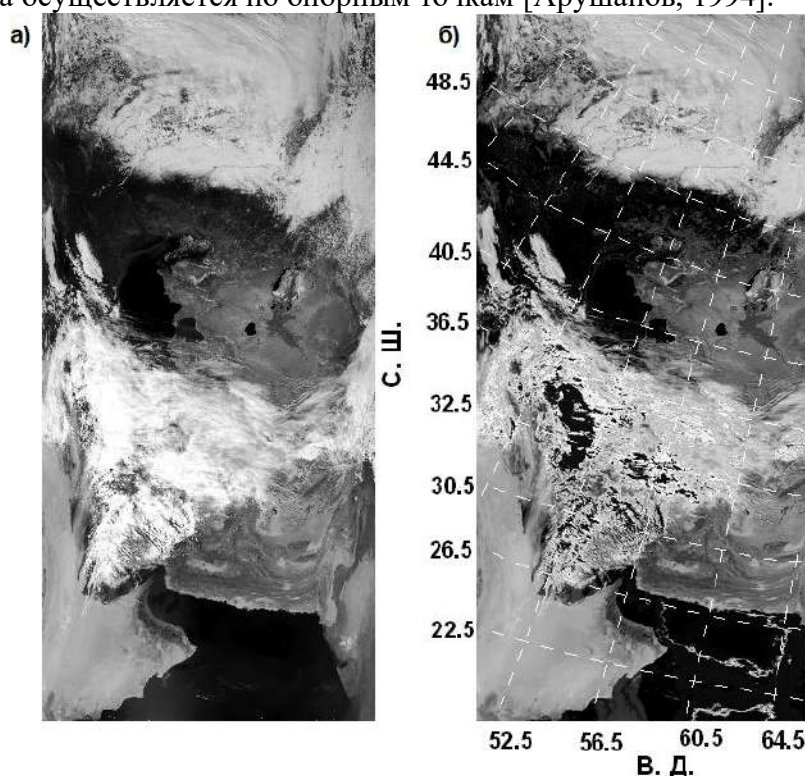


Рис. 2. Исходный (а) и трансформированный в стереографическую проекцию (б) снимок NOAA/AVHRR 17.03.2010 г.

Fig. 2. Original (a) and transformed into stereographic projection (б) NOAA/AVHRR image of 17.03.2010

Тематическая обработка снимка состоит из ряда процедур, позволяющих получить количественные характеристики пыльной бури в виде пылевого индекса NDDI, AOT и MA. Результаты обработки снимка с пыльной бурей 17 марта 2021года, которая была зафиксирована на МС Муйнак, Жаслык, Чимбай и Тахтакупыр, приведены на рис. 3. Отрицательные значения NDDI характеризуют увлажнённые области, а положительные – засушливые.

Важнейшей характеристикой в диагнозе пыльной бури по спутниковому снимку является масса аэрозоля, рассчитанная, как линейная функция AOT. Диагноз распространения пылевой бури должен основываться на совместном анализе распределений NDDI, AOT и MA. Очевидно, максимальные значения MA и высокие положительные значения NDDI с большой вероятностью соответствуют областям очага и переноса аэрозольной пыли.

Классификация изображения с использованием ГИС пакета ENVI. В программном комплексе ENVI алгоритмы классификации согласно теории распознавания образов [Розенфельд, 1972] подразделяются на два класса: с учителем и без обучения. В данной работе из алгоритмов классификации применён класс без обучения, реализуемый в программном комплексе ENVI модулем IsoData. Алгоритм IsoData – это процедура кластеризации спектральнональных изображений, в основе которой используется

минимальное спектральное расстояние для определения соответствующего кластера (класса) для каждого пикселя. Реализация этой процедуры построена как итерационный процесс.

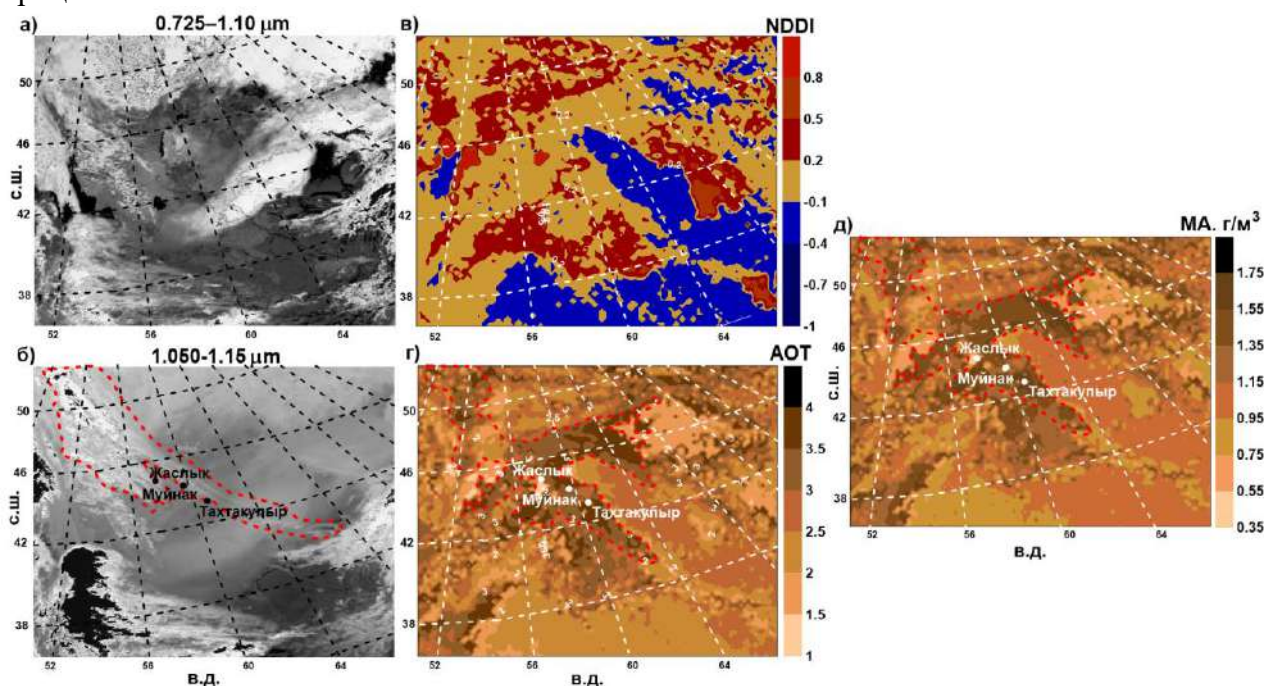


Рис. 3. Диагноз пыльной бури по фрагменту снимка AVHRR 17.03.2021г. по значениям NDDI, AOT и МА

Примечание: а), б) – трансформированные снимки в соответствующих диапазонах длин волн; в), г) – NDDI, AOT, соответственно; д) – масса аэрозоля (МА); красный пунктир – области пыльной бури на снимке и по значениям NDDI, AOT и МА.

Fig. 3. Diagnosis of a dust storm from a fragment of the AVHRR image on 17.03.2021 according to NDDI, AOT and MA values

Note: а), б) – transformed images in the corresponding wavelength ranges; в), г) – NDDI, AOT, respectively; д) – aerosol mass (MA); red dotted line – dust storm areas in the images and by the NDDI, AOT and MA values

В первой итерации кластеризации спектральное пространство равномерно разбивается на заданное количество кластеров. Далее вычисляется спектральное расстояние между пикселем и средним значением каждого из кластеров. Распознаваемый пиксель относится к тому кластеру, до которого расстояние минимально. После завершения каждой итерации рассчитывается новое среднее значение каждого кластера и итерационный процесс продолжается до момента выполнения условия порога сходимости – все пиксели с заданной вероятностью образуют свой кластер (рис. 1, блок №3).

Программный комплекс ENVI включает в себя язык программирования IDL (*Interactive Data Language*), на котором и реализовывались алгоритмы классификации изображений.

Первый шаг классификации изображения состоит в полосовой фильтрации каждого из каналов с целью фильтрации шумовых пикселей.

Второй шаг – трансформирование снимка в меркаторскую проекцию и его географическая привязка.

Результаты выполнения первых двух шагов показаны на рис. 4.

Третий шаг – собственно классификация изображения и выделение кластера «пыльная буря».

Четвёртый шаг – построение векторного изображения пыльной бури.

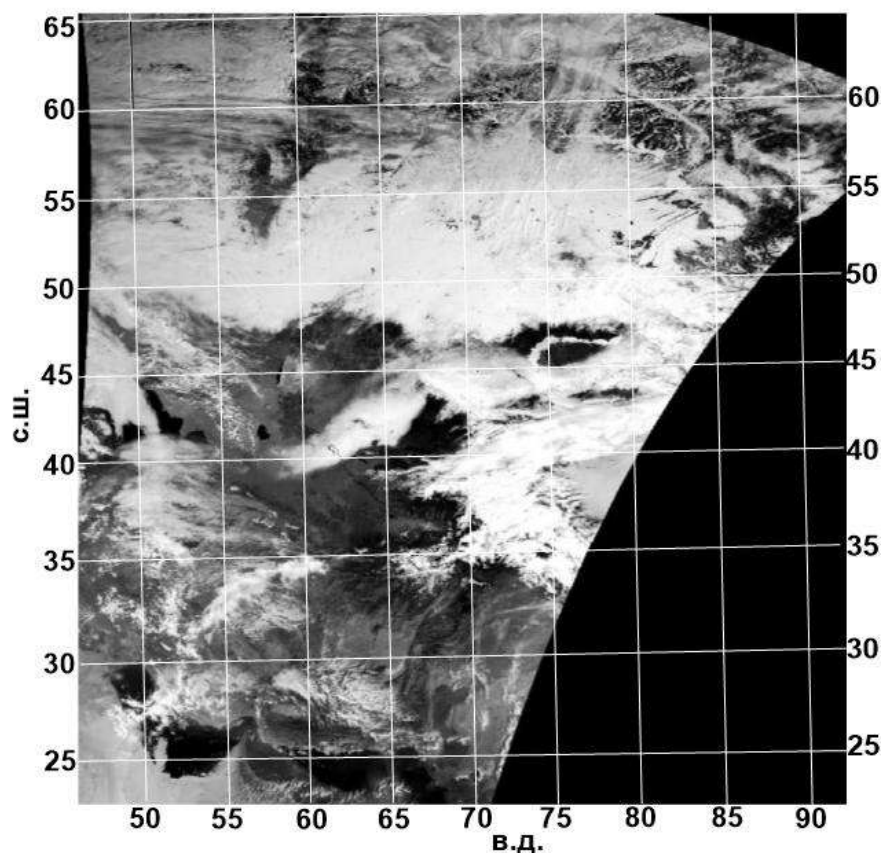


Рис. 4. Трансформированное в меркаторскую проекцию изображение (0.725-1.1 μm) AVHRR 17.03.2021 г., подвергнутое полосовой фильтрации и географической привязке

Fig. 4. AVHRR 17.03.2021 image (0.725-1.1 μm) transformed into Mercator projection, bandpass filtered and georeferenced

Результаты классификации изображения с пыльной бурей. На рис. 5 приведены результаты реализации третьего и четвёртого шагов – собственно классификация и построение векторного изображения пыльной бури по результатам классификации.

Сравнение рис. 5а, 5б с результатами выделения на снимки пыльной бури зафиксированной на МС Жаслык, Муйнак, Чимбай и Тахтакупыр 17 марта 2021 года по значениям NDDI, AOT и MA (рис. 3) в области, ограниченной широтами 47-34° с. ш. и долготами 50-64° в. д. показывает их большое сходство. Здесь отметим, что в случае диагноза пыльной бури на основе классификации был подвергнут классификации не фрагмент изображения, как показано на рис. 3, а снимок полностью (рис. 4). В результате чётко выделилась пыльная буря над Ормузским проливом и Оманским заливом, зафиксированная на МС Бендер-Аббас в Иране.

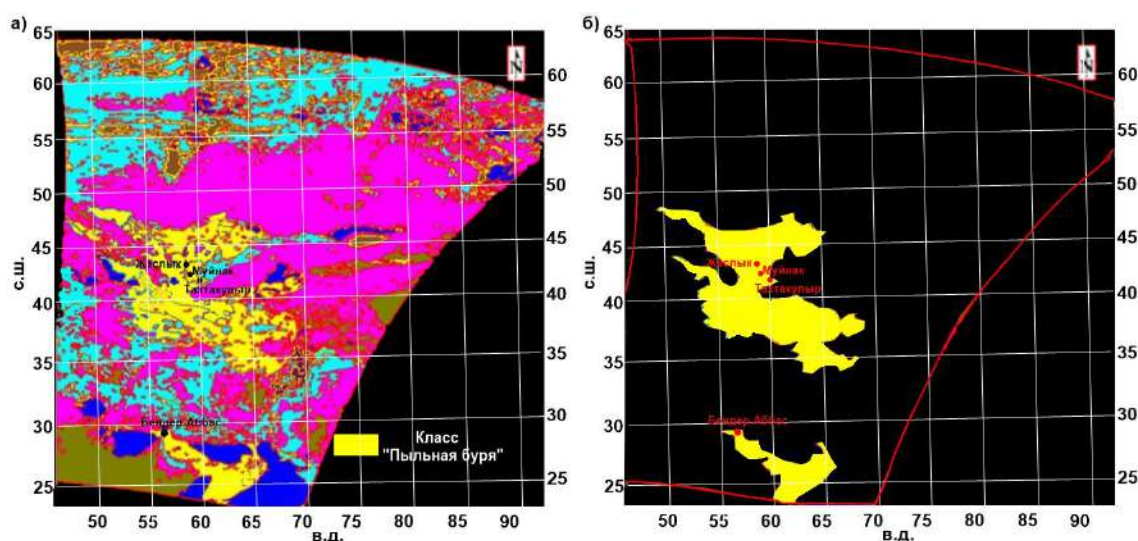


Рис. 5. Диагноз пыльной бури на снимке AVHRR 17.03. 2021г. на основе классификации изображения модулем IsoData (а) и дихотомическое векторное изображение (б) результата классификации

Fig. 5. Dust storm diagnosis in the AVHRR image of 17.03.2021 based on image classification by the IsoData module (a) and a dichotomous vector image (b) of the classification result

Выводы. Представленная в данной статье АТДПБ имеет большое значение в рамках ведения мониторинга пыльных бурь по данным дистанционного зондирования гидрометеорологическими организациями, в частности, Узгидрометом.

Используемые два подхода в диагнозе пыльных бурь – по максимальным значениям АОТ и МА и косвенной характеристике NDDI и классификации изображения на базе модуля IsoData ENVI позволяет с достаточной надёжностью выполнять автоматизированный диагноз пыльных бурь по данным спутниковых снимков.

Благодарности. Работа выполнена в рамках гранта АЛ-5721122055 «Разработка технологии системы мониторинга пыльных бурь с использованием наземных и спутниковых данных».

Вклад авторов. М.Л. Арушанов: постановка задачи, разработка теоретической части, разработка программного комплекса АТДПБ. Х.У. Умеров: реализация классификации изображения в оболочке ГИС-пакета ENVI. Л.Ю. Шардакова: подготовка базы данных пыльных бурь и архива снимков NOAA/AVHRR по сформированным датам. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Арушанов М.Л., Нишонов Б.Э., Шардакова Л.Ю. Диагностика пыльных бурь по данным AVHRR NOAA // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды, №3. – 2022. – С. 83-90.

Арушанов М.Л., Умеров Х.У., Шардакова Л.Ю. Количественная оценка аэрозольной оптической толщины по данным спутниковых снимков яркостной температуры // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды, №2. – 2024. – С. 19-27.

Арушанов М.Л. Простая модель географической привязки сканерных снимков малого разрешения, обеспечивающая высокую точность // Исследование Земли из космоса, № 3. – 1994. – С. 41-46.

ENVI 5.1. Руководство пользователя. – М.: Совзонд, 2014. – 242 с.

Розенфельд А. Распознавание и обработка изображений – М.: Мир, 1972. – 232с.

ГИС ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА ИНТЕРФАОЛ РЕЖИМ ЭЛЕМЕНТЛИ СУНЪИЙ ЙЎЛДОШ ТАСВИРЛАРИ БЎЙИЧА ЧАНГ БЎРОНЛАРИНИ ТАШХИСЛАШНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ТЕХНОЛОГИЯСИ

М.Л. АРУШАНОВ¹, Х.У. УМЕРОВ¹, Л.Ю. ШАРДАКОВА¹

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, mikl-arushanov@rambler.ru

Аннотация. NOAA/AVHRR сунъий йўлдош тасвирлари асосида чанг бўронларини таххислаш учун ГМИТИ да ишлаб чиқилган автоматлаштирилган технология (ЧБТАТ) тақдим этилган. Бирламчи ва тасвирни тематик қайта ишлаш блоклари технологиянинг иккита асосий таркибий қисмлари ҳисобланади. Бирламчи қайта ишлаш тасвирни берилган картографик проекцияга трансформациялаш ва уни географик боғлашдан иборат. Тематик ишлов бериш блоки чанг бўронларининг айнан таххисини амалга оширади. Бунда иккита ёндашув қўлланилади. Биринчи ёндашув NDDI чанг индекси, аэрозол оптик қалинлиги (АОТ) ва аэрозол массасини (МА, г/м³) ҳисоблашга асосланган. Чанг бўронининг ушбу учта миқдорий характеристикаларини биргаликда таҳлил қилиш сунъий йўлдош тасвирида чанг бўронлари кузатилаётган ҳудудларни ишончли аниқлаш имконини беради. Иккинчи ёндашув тасвирни ENVI ГИС пакетининг IsoData модули ёрдамида таснифлашга асосланган. Иккала ёндашувдан биргаликда фойдаланиш сунъий йўлдош тасвирлари маълумотлари бўйича чанг бўронларини интерфаол режим элементлари (трансформация ва тасвирни таянч нуқталар бўйича географик боғлаш босқичларида) билан ишончли автоматлаштирилган таххислаш имконини беради.

Калит сўзлар: сунъий йўлдош тасвирлари, трансформация, географик боғлаш, чанг индекси, аэрозол оптик қалинлиги, аэрозол массаси, тасвир таснифи.

AUTOMATED TECHNOLOGY OF DUST STORM DIAGNOSIS BASED ON SATELLITE IMAGES WITH ELEMENTS OF INTERACTIVE MODE AND GIS TECHNOLOGIES

M.L. ARUSHANOV¹, H.U. UMEROV¹, L.Yu. SHARDAKOVA¹

¹ Hydrometeorological Research Institute, mikl-arushanov@rambler.ru

Abstract. The article presents an automated technology of dust storm diagnosis (ATDS) developed at HRMI based on NOAA/AVHRR satellite images. The technology consists of two main blocks – a primary block and a thematic block of image processing. Primary processing consists of transforming the image into a given cartographic projection and its geographic referencing. Thematic processing is the actual diagnosis of dust storms. Two approaches are used for this purpose. The first approach is based on calculating the NDDI dust index, aerosol optical thickness (AOT) and aerosol mass (MA, g/m³). Joint analysis of these three quantitative characteristics of a dust storm allows one to fairly reliably identify dust storm areas on a satellite image. The second approach is based on image classification using the IsoData module of the ENVI GIS package. The combined use of the two approaches allows one to perform highly reliable automated diagnosis with interactive elements (at the stage of image transformation and georeferencing using reference points) of dust storms based on satellite imagery.

Keywords: satellite images, transformation, georeferencing, dust index, aerosol optical thickness, aerosol mass, image classification.

REFERENCES

Arushanov M.L., Nishonov B.E., Shardakova L.Yu. Diagnostika pilnikh bur po dannym AVHRR NOAA [Diagnostics of dust storms based on AVHRR NOAA data] // *Gidrometeorologiya i monitoring okrujayushey sredi*, No. 3. – 2022. – S. 83-90. (in Russian)

Arushanov M.L., Umerov H.U., Shardakova L.Yu. Kolichesvennaya ocenka aerzolnoy opticheskoy tolscheny po dannym sputnokovyh snimkov yarkostnoq temperatury [Quantitative assessment of aerosol optical thickness based on satellite images of brightness temperature] // *Gidrometeorologiya i monitoring okrujayushey sredi*, No. 2. – 2024. – S. 19-27. (in Russian)

Arushanov M.L. Prostaya model geograficheskoy privyazki skanernyh snimkov malogo razresheniya, obespechivayusheaya visokuyu tochnost [A simple model for georeferencing low-resolution scanner images providing high accuracy] // *Issledovanie Zemli iz kosmosa*, No. 3. – 1994. – S. 41-46. (in Russian)

ENVI 5.1. Rukovodstvo polzovatelya [User's Guide]. – M.: Sovzond, 2014. – 242 s. (in Russian)

Rosenfeld A. Raspoznavanie i obrabotka izobrajeniy [Image recognition and processing]. – M.: Mir, 1972. – 232 s. (in Russian)

УДК: 551.48

ҚУРҒОҚЧИЛИК ИНДЕКСЛАРИНИ ҲИСОБЛАШДА ХАЛҚАРО МАЪЛУМОТЛАР БАЪЗАСИДАН ФЙДАЛАНИШ ИМКОНИАТЛАРИ

Н.О. ОМОНОВ^{1*}, Ғ.Ў. УМИРЗАҚОВ^{1,2}, К.Р. РАҲМОНОВ²

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, oomonov506@gmail.com, g.umirzakov@gmail.com

² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, k.rahmonov@nuu.uz

Аннотация. Мазкур мақола Писком дарёси ҳавзасида қурғоқчилик индексларини аниқлашга бағишланган бўлиб, унда Иқлимий тадқиқотлар бўлими (Climatic Research Unit - CRU) маълумотлар базасидан фойдаланилган. Тадқиқотда дастлаб CRU маълумотларининг ишончилигини баҳолаш мақсадида, уларни метеорология станциялари кузатув маълумотлари билан таққослаш ишлари амалга оширилди. Ушбу таққослаш натижасида икки хил усулда аниқланган метеорологик маълумотлар ўртасидаги фарқлар ва ўзаро боғлиқлик даражаси аниқланиб, таҳлил қилинган.

Географик ахборот тизимлари (ГАТ) ёрдамида Писком дарёси ҳавзасининг чегаралари аниқланган ва ҳавзани тўлиқ қамраб олувчи CRU маълумотлари йиғилган. Ушбу маълумотлар асосида қурғоқчилик индекслари ҳисобланиб, статистик таҳлиллар амалга оширилган. Атмосфера ёгинлари ва дарё оқими ўртасидаги статистик боғланишлар асосида қурғоқчиликни прогнозлаш имкониятлари ўрганилди. Прогноз сифатини аниқлаш учун Hit Score индексидан фойдаланилди.

Тадқиқот натижалари CRU маълумотлар базасининг қурғоқчилик таҳлили ва бошқа иқлимий тадқиқотлар учун юқори даражада самарали эканлигини тасдиқлайди. Айниқса, метеорология станциялари мавжуд бўлмаган ҳудудларда ёки кузатув маълумотларида узилишлар кузатилганда, CRU маълумотларидан фойдаланган ҳолда маълумотларни тиклаш ва узайтириш мумкинлиги очиб берилди. Ушбу усул дарё ҳавзасидаги иқлим ўзгаришлари ва сув ресурсларини мониторинг қилишни янада такомиллаштириш имконини беради.

Калит сўзлар: дарё, дарё ҳавзаси, атмосфера ёгинлари, дарё оқими, CRU, SPI ва SSI қурғоқчилик индекслари, статистик боғланиш, Hit Score, Пирсон ва Спирман корреляция коэффициентлари.

* Масъул муаллиф: oomonov506@gmail.com, тел.: +998 90 958-39-30

Кириш. Қурғоқчилик глобал иқлим ўзгаришининг энг муҳим ва мураккаб ҳодисаларидан бири бўлиб, у метеорологик ва гидрологик тизимларга сезиларли таъсир кўрсатади. Ушбу ҳодисанинг турли шакллари аниқлаш ва прогнозлаш илмий тадқиқотларида долзарб йўналишлардан бири ҳисобланади. Хусусан, гидрологик қурғоқчилик сув ресурсларининг камайиши билан боғлиқ бўлиб, унинг шаклланиш жараёни метеорологик омиллар билан узвий алоқадордир. Шу сабабли, гидрологик қурғоқчиликни баҳолашда метеорологик параметрлар ва уларнинг динамикасини чуқур таҳлил қилиш зарур. Бу жараёнда узоқ муддатли иқлим маълумотларидан фойдаланиш муҳим аҳамият касб этади. Илмий изланишларнинг самарадорлигини оширишда халқаро маълумотлар базаларининг яратилиши муҳим рол ўйнамоқда. Халқаро миқёсда яратилган маълумотлар базалари орасида Буюк Британиянинг Шарқий Англия университети томонидан ишлаб чиқилган Climatic Research Unit (CRU) базаси алоҳида ўрин тутаяди. CRU базаси метеорологик кузатувлар етишмовчилигини қисман бартараф этишда ҳамда илмий тадқиқотлар учун ишончли маълумот манбаи сифатида қўлланилиши мумкин. Мазкур маълумотлар базаси глобал ва регионал миқёсда юқори аниқликдаги даража тўрли иқлим маълумотларини тақдим этиб, қурғоқчилик жараёнларини ўрганиш ва прогноз қилиш учун муҳим манба ҳисобланади [Harris et al., 2020]. CRU маълумотлар базаси 1901 йилдан бошлаб ҳозирги кунгача бўлган вақт оралиғида ҳаво ҳарорати, атмосфера ёғинлари, буғланиш ва бошқа иқлим параметрларини ўз ичига олади [Mitchell and Jones, 2005]. Шу боисдан CRU маълумотлари метеорологик қурғоқчилик индекси (SPI) ва гидрологик қурғоқчилик индекси (SSI) ўртасидаги боғлиқликни ўрганиш, шу орқали гидрологик қурғоқчиликни прогнозлашда қўлланилиши мумкин [McKee et al., 1993; Vicente-Serrano et al. 2010].

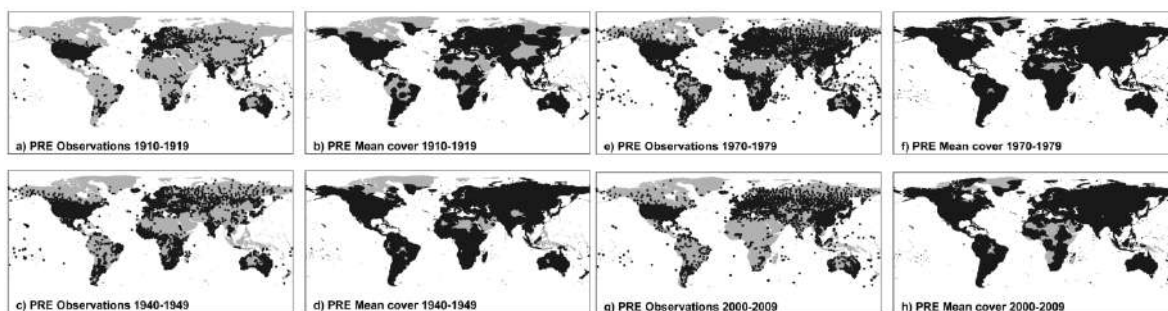
Ишнинг мақсади ва вазифалари. Ушбу тадқиқот ишининг асосий мақсади Писком дарёси ҳавзасида халқаро маълумотлар базаси маълумотлари асосида метеорологик қурғоқчилик индексларини аниқлаш ва баҳолашдан иборат. Шунингдек, ишда метеорологик қурғоқчилик индекслари асосида гидрологик қурғоқчиликни прогнозлаш имкониятлари тадқиқ этилган.

Тадқиқот объекти ва предмети. Тадқиқот объекти сифатида Писком дарёси ҳавзаси танлаб олинди. Тадқиқот предмети эса CRU базаси маълумотларнинг ишончилигини баҳолаш, метеорологик ва гидрологик индексларни ҳисоблаш ҳамда уларнинг ўзаро боғлиқлигини прогнозлаш нуқтаи-назардан ўрганишдан иборат.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Тадқиқотда CRU базасининг 1961-2020 йиллар оралиғидаги ойлик атмосфера ёғинлари маълумотларидан фойдаланилди. Шунингдек, Писком метеорология станцияси ойлик атмосфера ёғинлари ва Писком дарёси Муллала гидрологик пости ойлик сув сарфлари бўйича кузатувлар маълумотларидан фойдаланилди.

CRU маълумотлар базаси Буюк Британиянинг Шарқий Англия университети, Миллий атмосфера фанлари маркази, Океан ва атмосфера фанлари маркази ҳамда Атроф-муҳит институти ҳамкорлигида яратилган. Ушбу база метеорология станциялари маълумотлари асосида турли интерполяция усуллари ёрдамида кенг ҳудудларни қамраб олувчи ўртача қийматли маълумотларни тақдим этади. CRU маълумотлари белгиланган координаталар тўри бўйича $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ ва $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ аниқликда шакллантирилган бўлиб, уларнинг ишончилиги кузатув пунктлари сони ва жойлашувига бевосита боғлиқ. Ушбу маълумотлар базасида 1901 йилдан Антарктидадан ташқари барча минтақалар учун ҳаво ҳарорати, атмосфера ёғинлари, буғланиш ва бошқа асосий метеорологик кўрсаткичлар мавжуд. База маълумотлари метеорология станциялари мавжуд бўлмаган ҳудудларда маълумотларни тиклаш, узайтириш ва иқлим тадқиқотларини самарали амалга ошириш

имконини яратади. XX аср бошларида метеорологик кузатувлар сони чекланган бўлгани сабабли, маълумотларнинг аниқлиги кузатувлар сонига қараб ўзгариши мумкин (1-расм).



1-расм. Метеорология станциялари тақсимотининг даврлар бўйича ўзгариши

Рис. 1. Изменение распределения метеорологических станций по периодам

Fig. 1. Changes in the distribution of meteorological stations by periods

Метеорология станциялари сонининг кўплиги тадқиқ қилинаётган ҳудудда метеорологик маълумотларнинг ишончлилигини ва ҳудудий қамровини оширади. Масалан, 1а-расмда 1910–1919 йилларда кузатув пунктлари сони ва 1b-расмда эса шу даврдаги маълумотлар қамрови кўрсатилган. 1940–1949 ҳамда 1970–1979 йилларда метеорология станциялари сонининг ортиши натижасида (1c- ва 1e-расм), маълумотлар қамрови кенгайгани кузатилади (1d- ва 1f-расм). Шу билан бирга, 2000–2009 йилларда станциялари сонининг камайиши (1g-расм) маълумотлар қамровининг пасайишига олиб келганлиги кўриниб турибди (1h-расм).

CRU TS маълумотлар базаси таркибида узоқ муддатли иқлим таҳлили ва статистик моделлаштириш учун зарур бўлган, ўртача ойлик метеорологик параметрлар тақдим этилади.

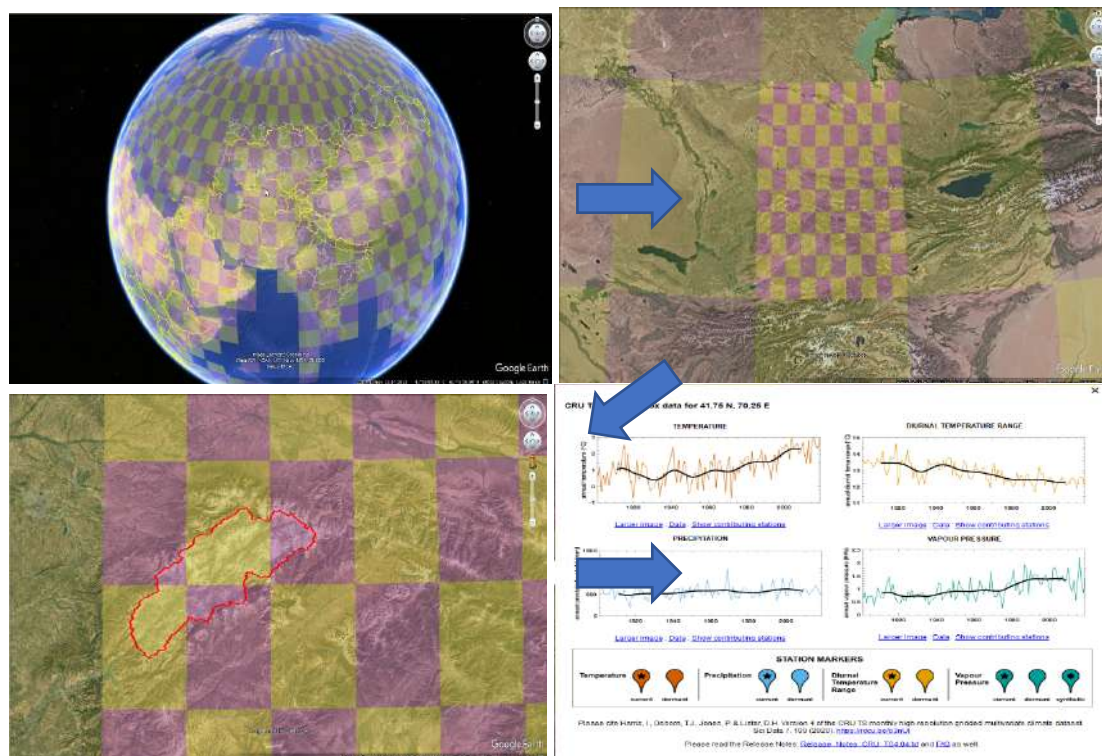
1. Ҳаво ҳарорати.
2. Ҳаво ҳарорати амплитудаси.
3. Атмосфера ёғинлари миқдори.
4. Атмосфера босими.

Маълумотлар тегишли файл [CRU TS Version 4.06 URL] орқали юкланади. Ушбу жараён Google Earth дастури ёрдамида cruts_4.06_gridboxes.kml файлини очиш орқали амалга оширилади. Натижада, даража тўри кўринишида катта ҳудудни қамраб олувчи $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ тўрли маълумотлар экранда ҳосил бўлади (2-расм). Бироқ тадқиқот иши учун кичикроқ ҳудуд таҳлил қилинса, $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ даража тўрлари бўйича маълумотларга эҳтиёж сезилади. Шу сабабли, кичик ҳудуд учун маълумотлар ажратиб олинди [2-расм]. Бу жараён кичик ўлчамли ҳудудлар бўйича аниқликни таъминлашда ва CRU маълумотларини амалий тадқиқотларга мослаштиришда фойдаланилади.

Метеорологик ва гидрологик индекслар орасидаги статистик боғланиш Пирсон корреляция коэффиценти бўйича аниқланади:

$$r_r = \frac{cov}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-\bar{x})^2 \Sigma(y-\bar{y})^2}} \quad (1)$$

бу ерда: x, y – ўзгарувчилар, \bar{x}, \bar{y} – ўзгарувчиларнинг ўртача арифметик қийматлари, cov – ковариация коэффиценти, σ_x ва σ_y – x ва y ўзгарувчиларининг ўртача квадратли четланишлари [Pearson, 1895].



2-расм. CRU базасидан маълумотларни юклаб олиш кетма-кетлиги

Рис. 2. Последовательность загрузки базы данных CRU

Fig. 2. The sequence of data downloading from CRU database

Бундан ташқари, Спирман ранг ифодаси орқали ҳам индекслар орасидаги статистик боғланишни аниқлаш мумкин:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (2)$$

бу ерда: d^2 – ўзгарувчиларни ранг рақамлари фарқларини квадратлари, n – қаторлар сони [Spearman, 1904].

Қурғоқчилик ҳодисаси прогнозининг аниқлигини баҳолаш мақсадида “hit-score” усули қўлланилди. Ушбу усулда SPI ва SSI индекслари 70%, 80%, 90% ва 95% лик таъминланиш чизиғидан паст бўлган қийматлар асосида танлаб олинади [Barlow et al., 2002; Lehman et al., 2005; Chen and Sun, 2015; Guo et al., 2018].

Олинган “hit-score” натижалари 1-жадвалда келтирилган критерийлар орқали таҳлил қилинди. Таққослаш жадвалида қуйидаги ҳолатлар таҳлил қилинади:

“а” – метеорологик қурғоқчилик кузатилганда гидрологик қурғоқчилик ҳам кузатилган ҳолат;

“б” – метеорологик қурғоқчилик кузатилмаган бўлса-да, гидрологик қурғоқчилик кузатилган ҳолат;

“с” – метеорологик қурғоқчилик кузатилганда гидрологик қурғоқчилик кузатилмаган ҳолат;

“д” – метеорологик қурғоқчилик кузатилмаган ва гидрологик қурғоқчилик ҳам кузатилмаган ҳолат.

Шунингдек, “а + с” қиймати метеорологик қурғоқчилик кузатилган ҳолатларда содир бўлган ва бўлмаган гидрологик қурғоқчиликларнинг йиғиндиси сифатида ҳисобланади. Бошқача айтганда, бу кўрсаткич метеорологик қурғоқчиликлар жами сонини ифодалайди [Wilks, 2011]:

$$H = \frac{a}{a+c} \quad (3)$$

1-жадвал

Қурғоқчилик прогнозлари самарадорлигини баҳолашда қўлланиладиган “hit-score” қиймати

Таблица 1

Значения "hit-score" при оценке эффективности прогнозов засухи

Table 1

"Hit-score" value in assessing the performance of drought forecasts

Қийматлар		Кузатилган метеорологик қурғоқчилик (SPI)		
		Ҳа	Йўқ	Жами
Прогноз қилинган гидрологик қурғоқчилик (SSI)	Ҳа	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
	Йўқ	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>c+d</i>
	Ҳаммаси	<i>a+c</i>	<i>b+d</i>	<i>H=a+b+c+d</i>

Hit-score ифодаси ушбу таққослаш натижалари орқали дарё ҳавзасида қурғоқчилик ҳодисасининг метеорологик индекслар билан қай даражада боғлиқ эканлигини аниқлашда қўлланилади. Ушбу ифодани қуйидагича тушуниш мумкин:

қиймат 1 га яқинлашганида – қурғоқчилик ҳодисаси метеорологик индекслар билан узвий боғлиқ эканлигини кўрсатади, яъни прогноз сифати юқори;

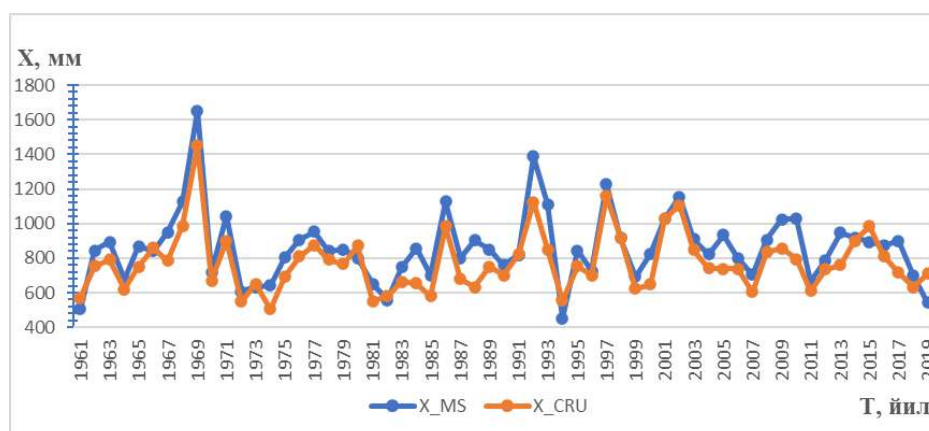
қиймат 0 га яқинлашганида – қурғоқчилик ҳодисасига метеорологик индексларнинг боғлиқлиги мавжуд эмаслигини ва унга бошқа омиллар таъсири юқори эканлигини англатади [Haslinger, 2014].

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси. CRU базасининг ишончлилигини аниқлаш мақсадида Писком метеорология станцияси кузатув маълумотлари билан ушбу станцияга мос келувчи ҳудудни қамраб олган CRU маълумотлари ўзаро солиштирилди (3-расм). Бу таққослаш натижалари маълумотлар аниқлиги ва мослигини баҳолаш ҳамда база маълумотларининг ҳудудий қўлланилиш даражасини аниқлаш имконини беради.

Метеорология станцияси ва CRU базаси маълумотлари йиллар давомида ўзгариш тенденцияси бўйича деярли устма-уст мос келган. Бироқ, метеорология станциясида қайд этилган ёғин миқдори сезиларли даражада каттароқ эканлиги кузатилади. Бунинг асосий сабаби шундаки, метеорология станцияси маълумоти бир нуқтада ўлчанган локал (нуқтали) маълумот ҳисобланади, CRU базаси эса ҳудуд бўйича маълумотларни интерполяция усуллари ёрдамида ўртача қийматларини ифодалайди.

Статистик боғлиқликни ифодаловчи детерминация коэффицентини $R^2 \geq 0,67$ бўлган ҳолатларда CRU маълумотлар базасидан фойдаланиш илмий изланишлар учун мақсадга мувофиқ [Montgomery et al., 2012]. Бу шарт маълумотларнинг аниқлигини ва ишончлилигини таъминлаш учун зарур. CRU маълумотлар базасидан илмий тадқиқотларда

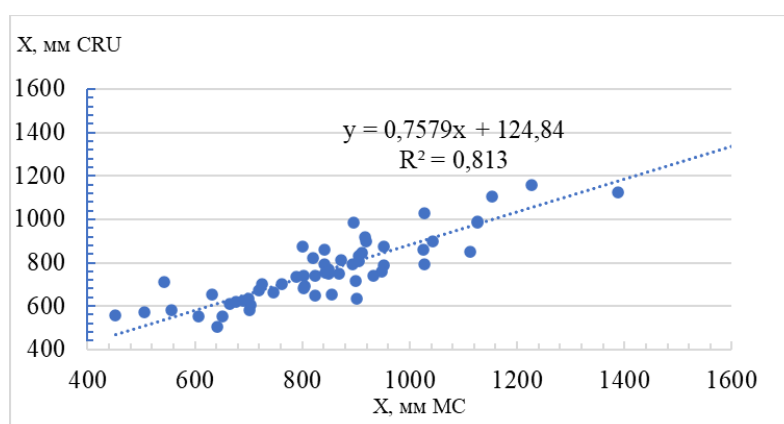
самарали фойдаланиш учун, аввало, унинг метеорология станцияси томонидан кузатишган атмосфера ёғинлари маълумоти билан боғлиқлиги баҳоланди (4-расм).



3-расм. CRU базиси ва Писком метеорология станциясида кузатишган йиллик атмосфера ёғинларининг тақсимланиши

Рис. 3. Распределение годовых атмосферных осадков по данным базы CRU и наблюдений на метеорологической станции Пскем

Fig. 3. Distribution of annual precipitation based on CRU data and observed in Pskem meteorological station



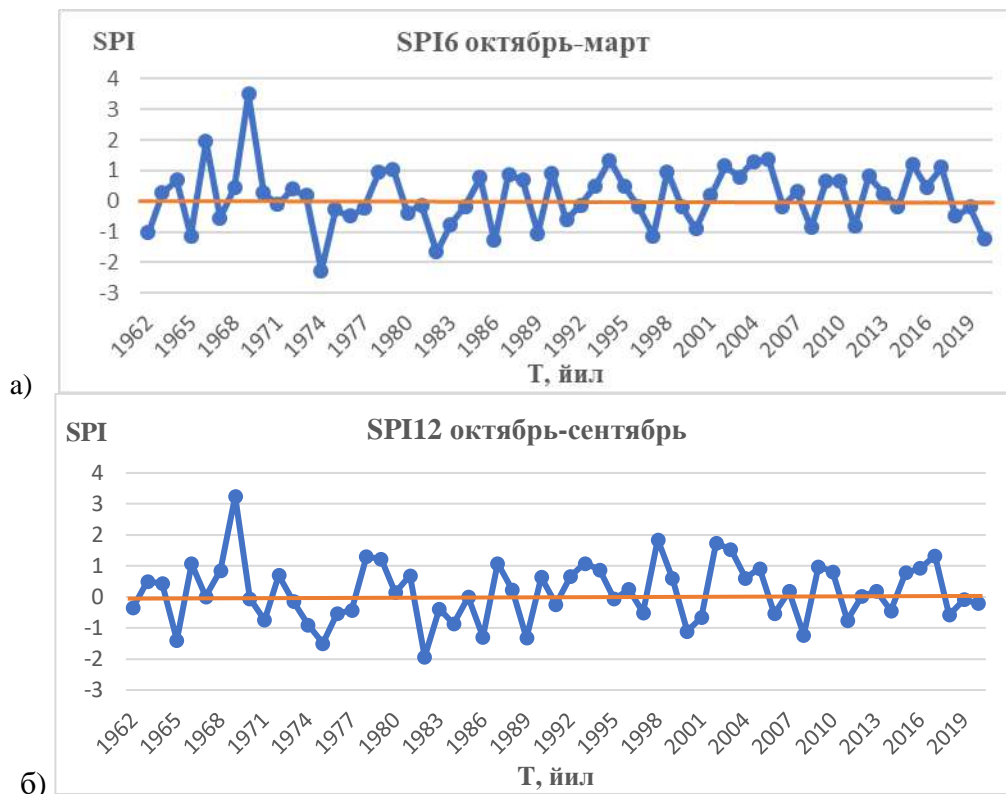
4-расм. CRU базиси ва Писком метеорология станциясида кузатишган йиллик атмосфера ёғинлари орасидаги боғланиш

Рис. 4. Связь между годовыми атмосферными осадками по данным базы CRU и наблюдениями на метеорологической станции Пскем

Fig. 4. Correlation between annual precipitation based on CRU data and observations at the Pskem meteorological station

Юқорида келтирилган боғланиш графиги асосида аниқланган корреляция коэффициенти қиймати $r = 0,90$ га тенг бўлганлиги сабабли, тадқиқотда ўрганилаётган дарё ҳавзасига ёғадиган атмосфера ёғинларини SPI (Стандартлаштирилган ёғин индекси) га айлантириш тавсия этилади [McKee et al.,1993; Умирзаков ва бошқ., 2021; Умирзаков ва Омонов, 2021].

Тадқиқотнинг ушбу қисмида CRU маълумотлар базасидан фойдаланиб, метеорологик индекслар (SPI) ҳисобланди ва уларнинг йиллар давомида ўзгариши таҳлил қилинди. Шу мақсадда SPI6 индекслари учун ойлик ўзгаришларни акс эттирувчи график чизилди (5-расм).



5-расм. CRU базаси бўйича 6 ойлик (а) ва 12 ойлик (б) SPI қийматларининг ўзгариши

Рис. 5. Изменение значений SPI за 6 месяцев (а) и 12 месяцев (б) по данным базы CRU

Fig. 5. Changes in 6-month (a) and 12-month (b) SPI values based on the CRU database

5а-расмда кўриниб турибдики, SPI6 индексининг “0” қиймати меъёрни англатади. 1969 йил энг серёғин йил сифатида қайд этилган бўлса, 1974 йил энг қурғоқчил йил бўлган. Шу билан бирга, SPI12 индекслари учун таҳлиллар шуни кўрсатдики, энг қурғоқчил давр 1982 йилга тўғри келади (5б-расм).

Тадқиқот давомида CRU базаси ва метеорология станцияси ва гидропостда кузатилган маълумотлар асосида ҳисобланган SPI ва SSI индекслари ўртасидаги боғлиқлик ўрганилди. Дастлаб, Писком метеорология станцияси ва CRU базаси ойлик атмосфера ёғинлари ҳамда Муллала гидропостида кузатилган ойлик сув сарфи маълумотлари асосида SPI6 ва SSI6 индекслари ҳисобланди ва улар орасидаги боғлиқлик таҳлил қилинди (2-жадвал).

2-жадвалдан кўриниб турибдики, ҳар бир даврнинг суратида метеорология станцияси билан гидропост маълумотлари орасидаги боғланиш, махражида эса CRU базаси билан гидропост маълумотлари орасидаги боғланишлар кўрсатилган. Октябрь-март ойларидаги SPI индекслари билан март-август ойларидаги SSI индекслари ўртасидаги корреляция коэффиценти $r = 0,81$ га тенг бўлган. Ушбу юқори боғлиқликни дарё ҳавзасига

ёққан ёғингарчиликларнинг асосий қисми октябрь-март ойларига, оқим эса апрель-сентябрь ойларига тўғри келиши билан изоҳлаш мумкин .

2-жадвал

SPI6 ва SSI6 индекслари ўртасидаги статистик боғланишлар

Таблица 2

Статистические связи между индексами SPI6 и SSI6

Table 2

Statistical relationships between the SPI6 and SSI6 indices

Ойлар		SPI6 (Писком метеостанцияси/CRU базаси)												
		VIII-I	IX-II	X-III	XI-IV	XII-V	I-VI	II-VII	III-VIII	IV-IX	V-X	VI-XI	VII-XII	
SSI6 (Писком-Муллага гидрологик пост)	VIII-I	0,24												
		0,28												
	IX-II	0,34	0,33											
		0,41	0,4											
	X-III	0,43	0,43	0,36										
		0,5	0,49	0,4										
	XI-IV	0,53	0,58	0,54	0,37									
		0,59	0,63	0,57	0,44									
	XII-V	0,59	0,69	0,68	0,6	0,52								
		0,64	0,71	0,7	0,65	0,56								
	I-VI	0,62	0,75	0,79	0,74	0,69	0,58							
		0,64	0,77	0,8	0,79	0,73	0,61							
	II-VII	0,62	0,75	0,81	0,79	0,76	0,67	0,68						
		0,63	0,76	0,82	0,83	0,8	0,71	0,7						
	III-VIII	0,61	0,73	0,81	0,79	0,75	0,67	0,68	0,68					
		0,62	0,75	0,81	0,83	0,8	0,71	0,7	0,66					
	IV-IX	0,61	0,73	0,8	0,78	0,75	0,67	0,69	0,69	0,53				
		0,62	0,74	0,81	0,82	0,79	0,72	0,71	0,66	0,55				
	V-X	0,61	0,72	0,79	0,77	0,74	0,66	0,67	0,68	0,53	0,26			
		0,61	0,73	0,8	0,81	0,78	0,71	0,7	0,65	0,54	0,33			
	VI-XI	0,59	0,69	0,77	0,73	0,72	0,66	0,67	0,68	0,53	0,26	0,09		
		0,58	0,7	0,78	0,77	0,77	0,71	0,69	0,65	0,54	0,33	0,12		
	VII-XII	0,57	0,63	0,71	0,66	0,66	0,62	0,64	0,69	0,56	0,35	0,19	0,27	
		0,56	0,63	0,71	0,69	0,71	0,69	0,68	0,65	0,55	0,41	0,23	0,25	

Изоҳ: ранглар корреляция даражасини ифодалайди (қизил – кичик, яшил – катта).

Примечание: цвета представляют уровни корреляции (красный – низкий, зеленый – высокий).

Note: colors indicate the of correlation (red – low, green – high).

CRU маълумотлари бўйича энг кучли боғлиқлик ноябрь-апрель ойларига тўғри келган бўлиб, бу даврдаги корреляция коэффиценти $r = 0,83$ ни ташкил этди (2-жадвал махражида келтирилган). Ушбу натижа, ёғингарчиликларнинг мазкур ойлар давомида шаклланиши билан изоҳланади.

SPI12_MC(метеорология станцияси) ва SSI12 индекслари гидрологик йил даври учун таҳлил қилинди. Ушбу даврда SPI ва SSI индекслари орасидаги корреляция зичлигини ифодалайдиган коэффицент қиймати $r = 0,80$ деб топилди (3-жадвал).

3-жадвалдан кўриниб турибдики, SPI12_CRU ва SSI12 индекслари гидрологик йилга мос келувчи давр учун таҳлил қилинди. Ушбу даврда аниқланган корреляция коэффиценти $r=0,78$ га тенг бўлди (3-жадвал махражида келтирилган).

SPI6 ва SSI6 индексларини ўрганишда SPI6 даври йилнинг совуқ ярим йиллиги – октябрь-март ойларига, SSI6 даври эса йилнинг иссиқ ярим йиллиги – апрель-сентябрь ойларига мос равишда ҳисобланди. Умуман олганда, дарё ҳавзаларида йиллик ёғиннинг

асосий қисми совуқ ярим йилликда йиғилади, оқим эса асосан иссиқ ярим йилликда дарёдан оқиб ўтади.

3-жадвал

SPI12 ва SSI12 индекслари ўртасидаги статистик боғланишлар

Таблица 3

Статистические связи между индексами SPI12 и SSI12

Table 3

Statistical relationships between the SPI12 and SSI12 indices

Ойлар		SPI12 (Писком метеостанцияси/CRU базаси)											
		XII-I	I-II	II-III	III-IV	VI-V	V-VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	X-XI	XII-XI
SSI12 (Писком-Муллага гидрологик пост)	XII-I	0,56											
		0,63											
	I-II	0,56	0,51										
		0,63	0,59										
	II-III	0,57	0,53	0,37									
		0,64	0,6	0,45									
	III-IV	0,6	0,57	0,43	0,29								
		0,66	0,63	0,49	0,33								
	VI-V	0,65	0,66	0,56	0,45	0,38							
		0,7	0,7	0,59	0,47	0,38							
	V-VI	0,62	0,72	0,73	0,69	0,64	0,62						
		0,65	0,72	0,72	0,7	0,64	0,6						
	VI-VII	0,51	0,63	0,75	0,79	0,78	0,77	0,75					
		0,5	0,59	0,7	0,76	0,78	0,77	0,75					
	VII-VIII	0,46	0,59	0,74	0,8	0,81	0,8	0,79	0,79				
		0,45	0,54	0,68	0,77	0,8	0,8	0,78	0,77				
	VIII-IX	0,45	0,59	0,74	0,8	0,82	0,81	0,8	0,8	0,8			
		0,43	0,52	0,67	0,77	0,81	0,81	0,79	0,78	0,78			
	IX-X	0,45	0,58	0,74	0,81	0,83	0,82	0,81	0,81	0,81	0,72		
		0,42	0,51	0,67	0,77	0,82	0,81	0,8	0,79	0,79	0,75		
	X-XI	0,44	0,57	0,74	0,81	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,74	0,65	
		0,41	0,5	0,66	0,77	0,82	0,82	0,81	0,79	0,79	0,76	0,7	
	XII-XI	0,43	0,57	0,74	0,82	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,75	0,65	0,61
		0,41	0,5	0,67	0,77	0,82	0,82	0,81	0,8	0,8	0,76	0,69	0,65

Изоҳ: ранглар корреляция даражасини ифодалайди (қизил – кичик, яшил – катта).

Примечание: цвета представляют уровни корреляции (красный – низкий, зеленый – высокий).

Note: colors indicate the of correlation (red – low, green – high).

SPI12 ва SSI12 индекслари ўртасида боғлиқликни ўрганиш учун гидрологик йил – октябрь-сентябрь ойларини қамраб олувчи давр танланди (4-жадвал). Бу танлов метеорологик ҳодисаларнинг гидрологик жараёнларга кўрсатадиган таъсирини янада аниқроқ баҳолаш имконини беради. Ушбу ёндашув дарё ҳавзаларидаги ёғингарчилик ва оқим ўртасидаги мавсумий боғлиқликни чуқурроқ таҳлил қилиш учун муҳим бўлиб, гидрологик ва метеорологик маълумотлар орасидаги интеграцияни таъминлайди.

SPI ва SSI индекслари ўртасидаги статистик боғланишлар ва уларнинг таҳлили. SPI6 ва SSI6 индекслари метеорология станцияси ва гидропост маълумотлари билан боғланганда корреляция коэффиценти $r = 0,80$ га тенглиги аниқланган. Ўхшаш натижалар SPI12 ва SSI12 индекслари учун ҳам қайд этилди. CRU маълумотлар базаси ва гидропост маълумотлари билан SPI6 ва SSI6 индексларининг боғланиш коэффиценти $r = 0,81$, SPI12 ва SSI12 индексларида эса $r = 0,78$ бўлди.

Спирман усули билан ҳисобланган боғланиш натижаларига кўра, фақат SPI6 ва SSI6 индекслари учун CRU маълумотлар базаси ва гидропост билан боғланиш қиймати $r = 0,81$ га тенг бўлган. Бошқа уч ҳолатда эса Спирман усули билан олинган корреляция коэффициенти Пирсон усулига нисбатан кичик қийматда бўлди.

4-жадвал

Қурғоқчилик прогнозлари самарадорлигини “hit-score” қиймати ёрдамида баҳолаш

Таблица 4

Оценки эффективности прогнозов засухи на основе значения «hit-score»

Table 4

Assessment of efficiency of drought forecasts using “hit-score” value

MC (1965-2020 йй.)	SPI6(X-III) SSI6(IV-IX)	SPI12(X-IX) SSI12(X-IX)	CRU (1965-2020 йй.)	SPI6(X-III) SSI6(IV-IX)	SPI12(X-IX) SSI12(X-IX)
R	0,80	0,80	r	0,81	0,78
Спирман r	0,78	0,74	Спирман r	0,81	0,72
%	hit score		%	hit score	
70	0,71	0,71	70	0,65	0,76
80	0,60	0,73	80	0,40	0,73
90	0,67	1,00	90	0,33	0,80
95	0,67	0,67	95	0,33	0,33

Қурғоқчилик прогнозларининг аниқлиги баҳоланганда, энг яхши натижа SPI6 ва SSI6 индексларининг метеорология станцияси ва гидропост билан 90% таъминланиш чизиғида ҳисобланганда қайд этилган бўлиб, бу натижа прогнознинг 100% аниқлик билан олинганлигини кўрсатади. Умуман олганда, CRU базаси маълумотлари бўйича қурғоқчилик прогнози натижалари бироз кичик кўрсаткичларга эга. Бунинг сабаби сифатида CRU база маълумотларининг SPI индекслари майдонли маълумот ҳамда ёғингарчилик миқдори катта ҳудудга интрополяция қилинганлиги ва бошқа омилларнинг таъсири деган ҳулосага келдик. SPI ва SSI индекслари билан боғланишлари таҳлил қилиниб, энг яхши боғланиш даврлари чуқурроқ ўрганилганида янада яхши натижалар олиш имконияти мавжудлигини таъкидлаш мумкин.

Олинган натижалардан келиб чиқадиган ҳулосалар.

1. CRU маълумотлар базаси метеорология станцияси маълумотлари билан таққосланди ва улар орасида статистик боғланиш мавжудлиги аниқланди.

2. CRU базаси асосида SPI6 ва SPI12 индекслари ҳисоблаб чиқилди, уларнинг йиллараро ўзгариш графиги чизилди ва қийматлар метеорология станцияси маълумотлари билан таққосланди.

3. SPI6 ва SPI12 метеорологик индекслари билан мос равишда SSI6 ва SSI12 гидрологик индекслари орасидаги боғланишлар аниқланди ва мазкур боғланишлар асосида йилнинг совуқ ва иссиқ ярим йиллиги учун hit score қийматлари ҳисобланди.

4. Hit score қийматлари CRU база маълумотлари асосида кичикроқ боғланиш қийматларини қайд этган бўлса-да, энг юқори боғланиш даврлари танланганида қурғоқчилик индекслари прогнозлашда самарали натижалар бериши имконияти мавжудлиги очиб берилди.

5. Олинган натижалар CRU база маълумотларидан фойдаланиш имкониятлари кенг эканлигини кўрсатади ва ушбу база турли илмий ва амалий тадқиқотларда қўлланилиши тавсия этилади.

6. Метеорология станциялари мавжуд бўлмаган ёки улардаги маълумотлар узилган ҳудудларда CRU базаси маълумотларини тиклаш ва улардан фойдаланиш тавсия этилади.

Муаллифларнинг хиссаси. Н.О. Омонов: мақола ғоясини қўллаш, маълумотларини йиғиш, қайта ишлаш, мақола матнини ёзиш, натижалар таҳлили.

Ғ.Ў. Умирзаков: мақола ғоясини аниқлаштириш, методологияси, натижалар таҳлили, натижаларни текшириш, раҳбарлик. **К.Р. Рахмонов:** мақола ғояси, объектни танлаш, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Расулов А.Р., Хикматов Ф.Х., Айтбоев Д.П. Основы гидрологии. – Ташкент: Университет, 2003. – 328 б.

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

Umirzakov G., Omonov N. Iqlim o'zgarishi sharoitida meteorologik qurg'oqchiliklar takrorlanishini baholash / "Geografik tadqiqotlar: innavatsion g'oyalar va rivojlanish istiqbollari" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent, 15-16 aprel 2022 y. – B. 546-550.

Umirzakov G., Raxmonov K., Omonov N. Meteorologik va gidrologik qurg'oqchiliklar orasidagi bog'lanishni statistik baholash // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi.* №4. 2021. – B. 52-63

Umirzakov G., Remesan R., Rakhmonov K., Mujumdar S., Omonov N. Forecasting hydrological drought by meteorological drought indices in Chirchik River Basin / "Iqlim o'zgarishi sharoitida gidrometeorologik tadqiqotlar: dolzarb muammolar va ularning yechimlari" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent, 3-4 iyun 2022 y. – B. 92-96.

Barlow M., Cullen H., Lyon B. Drought in central and southwest Asia: La Nina, the warm pool, and Indian Ocean precipitation // *Journal of Climate,* V. 15, 2002. – PP. 697-700.

Hersbach H., Bell B., Berrisford P., Hirahara S., Horányi A., Muñoz-Sabater J., Nicolas J., Peubey C., Radu R., Schepers D. The ERA5 global reanalysis // *Q.J.R. Meteorol. Soc.,* 146, 2020. – PP. 1999–2049.

Chen H., Sun J. Changes in drought characteristics over China using the standardized precipitation evapotranspiration index // *Journal of Climate,* V. 28, 2015. – PP. 5430-5447.

Luo H., Ge F., Yang K., Zhu S., Peng T., Cai W., Liu X., Tang W. Assessment of ECMWF reanalysis data in complex terrain: Can the CERA-20C and ERA-Interim data sets replicate the variation in surface air temperatures over Sichuan, China? // *Int. J. Clim.,* 39, 2019. – PP. 5619-5634.

Martins D.S., Paredes P., Raziei T., Pires C., Cadima J., Pereira L.S. Assessing reference evapotranspiration estimation from reanalysis weather products. An application to the Iberian Peninsula // *Int. J. Clim.,* 37, 2017. – PP. 2378–2397.

Lehman A. *Imp for Basic Univariate and Multivariate Statistics: A Step-by-step Guide.* Cary, NC: SAS Press., 2005. – 123 p.

McKee, Thomas B., Nolan D., John K. The relationship of drought frequency and duration to time scales / *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology,* V. 17, No. 22, 1993. – P. 136.

Mishra A.K., Singh V.P. A review of drought concepts // *Journal of Hydrology,* V. 391, 2010. – PP. 204–216.

Mitchell, T. D., & Jones, P. D. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. // *International Journal of Climatology,* 2005. 25(6). – PP. 693–712.

Montgomery, D.C., Peck, E.A., Vining, G. G. *Introduction to Linear Regression Analysis.* 2012

Patrick E. Drought characteristics and management in Central Asia and Turkey. *FAO Water Reports.* FAO, 2017. – 114 p.

Pearson K. Note on Regression and Inheritance in the Case of Two Parents. / *Proceedings of the Royal Society of London,* 58, 1895. – PP. 240–242.

Sheffield J., Wood E.F. Characteristics of global and regional drought, 1950-2000: analysis of soil moisture data from off-line simulation of the terrestrial hydrologic cycle // *Journal of Geophysical Research,* V. 112, 2007. D17115.

Spearman C. The Proof and Measurement of Association Between Two Things. // *The American Journal of Psychology,* 15(1), 1905. – PP. 72–101.

Svoboda M.D., Brian A.F. *Handbook of drought indicators and indices.* Geneva, Switzerland:

World Meteorological Organization, 2016.

Tallaksen L.M., Van Lanen H.A.J. Hydrological Drought: Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. Developments in Water Science, 2004. 48.

Guo H., Bao A., Ndayisaba F., Liu T., Jiapaer G., El-Tantawi A.M., De Maeyer P. Space-time characterization of drought events and their impacts on vegetation in Central Asia // Journal of Hydrology, V. 564, 2018. – PP.1165-1178.

Harris T.J. Osborn, Jone P., Lister D. Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset // Scientific Data, 2020. 7:109.

Haslinger K., Koffler D., Schöner W., Laaha G. Exploring the link between meteorological drought and streamflow: Effects of climate-catchment interaction // Water Resources Research, 50(3), 2014. – PP. 2468-2487.

Vicente-Serrano S.M., Beguería S., López-Moreno J.I. A multi-scalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. // Journal of Climate, 2010. 23(7). – PP. 1696-1718.

Wu J., Chen X., Yao H., Gao L., Chen Y., Liu M. Non-linear relationship of hydrological drought responding to meteorological drought and impact of a large reservoir // Journal of Hydrology, V. 551, 2017. – PP. 495-507.

Wilks D.S. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences // International Geophysics, V. 91, 3rd ed., Academic, Burlington, Mass, 2011. – 676 p.

Электрон ресурс:

CRU TS Version 4.06. URL: https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.06

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ДАННЫХ ПРИ РАСЧЕТЕ ИНДЕКСОВ ЗАСУХИ

Н.О. ОМОНОВ¹, Г.У. УМИРЗАКОВ^{1,2}, К.Р. РАХМОНОВ²,

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, oomonov506@gmail.com, g.umirzakov@gmail.com

² Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, komiljons@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена определению индексов засухи в бассейне реки Пскем. В исследовании использовались данные базы Climatic Research Unit (CRU). Для оценки надежности данных CRU была проведена сравнительная проверка с наблюдениями метеорологических станций. В результате сопоставления были выявлены различия и степень корреляции между метеорологическими данными, полученными двумя разными методами, и проведен соответствующий анализ.

С помощью географических информационных систем (ГИС) были определены границы бассейна реки Пскем и собраны данные CRU, полностью охватывающие этот район. На основе этих данных были рассчитаны индексы засухи и выполнен статистический анализ. Были изучены возможности прогнозирования засухи на основе статистической взаимосвязи между атмосферными осадками и речным стоком. Для оценки качества прогноза использовался индекс Hit Score.

Результаты исследования подтверждают высокую эффективность данных CRU для анализа засухи и других климатических исследований. Особенно это актуально для районов, где отсутствуют метеорологические станции или имеются пропуски в наблюдательных данных. Использование данных CRU позволяет восстанавливать и расширять климатические ряды, что способствует совершенствованию мониторинга климатических изменений и водных ресурсов в речном бассейне.

Ключевые слова: река, речной бассейн, атмосферные осадки, речной сток, индексы засухи CRU, SPI и SSI, статистическая зависимость, Hit Score, коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмана.

OPPORTUNITIES TO USE OF THE INTERNATIONAL DATA IN CALCULATING DROUGHT INDICES**N.O. OMONOV¹, G.U. UMIRZAKOV^{1,2}, K.R. RAKHMONOV²**¹ Hydrometeorological Research Institute, oomonov506@gmail.com, g.umirzakov@gmail.com² National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, komiljons@mail.ru

Abstract. *This article is dedicated to the identification of drought indices in the Piskom River Basin. The study utilized data from the Climatic Research Unit (CRU) database. To assess the reliability of the CRU data, a comparative analysis was conducted against observations from meteorological stations. This comparison revealed differences and the degree of correlation between meteorological data obtained through two different methods, and a comprehensive analysis was performed.*

Using Geographic Information Systems (GIS), the boundaries of the Piskom River Basin were delineated, and CRU data covering the entire basin were collected. Based on these data, drought indices were calculated and statistical analyses were carried out. The potential for drought forecasting was examined through statistical relationships between atmospheric precipitation and river discharge. The Hit Score index was applied to evaluate the quality of the forecasts.

The results of the study confirm the high effectiveness of the CRU database for drought analysis and other climate-related research. This is especially valuable in regions where meteorological stations are absent or where observation data are incomplete. The use of CRU data enables the reconstruction and extension of climatic records, thereby enhancing the monitoring of climate change and water resources in the river basin.

Keywords: *river, river basin, precipitation, river flow, CRU, SPI and SSI drought indices, statistical linkage, Hit Score, Pearson and Spearman correlation coefficients.*

REFERENCES

Rasulov A.R., Khikmatov F.X., Aytboev D.P. Hidrologiya asoslari [Fundamentals of Hydrology]. – Toshkent: Universitet, 2003. – 328 b. (in Uzbek)

Shuls V.L., Mashrapov R. Orta Osiyo gidrografiya [Hydrography of Central Asia]. – Toshkent: Oqituvchi, 1969. – 328 b. (in Uzbek)

Umirzakov G., Omonov N. Iklim ozgarishi sharoitida meteorologik kurgokchiliklar takrorlanishini baholash [Assessment of the recurrence of meteorological droughts in climate change conditions] / “Geografik tadqiqotlar: Innavatsion goyalar va rivojlanish istikbollari” mavzusidagi xalkaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Toshkent, 15-16 aprel 2022 y. – B. 546-550. (in Uzbek)

Umirzakov G., Rahmanov K., Omonov N. Meteorologik va gidrologik kurgokchiliklar orasidagi boglanishlarni statistik baholash [Statistical assesment of the connection between meteorological and hydrological droughts] // Hidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi, №4, 2021. – B. 52-63. (in Uzbek)

Electronic resource:

CRU TS Version 4.06. URL: https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.06

УДК: 551.5:631.67(575.1)

**ЎЗБЕКИСТОН ХУДУДИДА ТЕРМИК РЕСУРСЛАР ТАҚСИМОТИ
(КУЗГИ БУҒДОЙ ЎСИМЛИГИ МИСОЛИДА)****Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ^{1,2*}, Г.Х. ХОЛБАЕВ^{1,2}, Э.Ю. РАХИМОВ³**¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, b.xolmatjanov@nuu.uz² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, khgulmon@mail.ru³ Қайта тикланувчи энергия манбалари миллий илмий-тадқиқот институти, yurakhimov@gmail.com

Аннотация. Европа ўрта муддатли об-ҳаво прогнозлари маркази (ECMWF) ERA5 реанализ базасининг 1991-2020 йиллар учун 30 йиллик маълумотлари асосида Ўзбекистон ҳудудида ҳаво ҳароратининг кузда ва баҳорда 3,0°C дан ўтиши саналари, 3,0°C дан юқори ҳароратли кунлар давомийлиги ҳамда фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндилари ҳисобланди. Ҳисоблаш натижалари асосида ушбу кўрсаткичларнинг тақсимот карталари тузилди. Олинган натижалар кузда ҳаво ҳароратининг 3,0°C дан пасайиши ва баҳорда кўтарилиши саналарининг энг кеч муддатлари республиканинг шимоли-ғарбий минтақаларига, энг эрта муддатлари эса жанубий ва шарқий минтақаларига тўғри келишини кўрсатди.

Таҳлил қилинган 30 йиллик давр учун ўртачаланган ҳаво ҳарорати 3,0°C дан юқори бўлган кунлар давомийлиги шимолий минтақаларда 225 кун, Қашқадарё, Сурхондарё вилоятлари ва Фарғона водийсида эса 260 кундан ортиқни ташкил этади. Ўзбекистон ҳудудида 3,0°C дан юқори бўлган кунлардаги фаол ҳароратлар йиғиндилари республика шимолида 4000-5000°C, Фарғона водийсида 5000-5500°C, Навоий вилоятининг жануби, Қашқадарё вилоятининг ғарби ва Сурхондарё вилоятининг жанубида 5500°C дан юқори эканлиги аниқланди. Самарали ҳароратлар йиғиндилари бу қийматлардан пастроқ кўрсаткичларга эга эканлиги кўрсатилди.

Калит сўзлар: ERA5 реанализ базаси, ҳаво ҳароратининг 3,0°C дан ўтиши саналари, вегетация даври, фаол ҳарорат, самарали ҳарорат.

Қириш. Республикада сўнгги йилларда амалга оширилаётган ислохотлар бошқа соҳалар қатори қишлоқ хўжалиги фаолиятини ҳам қамраб олмоқда. Чекланган ер ва сув ресурслари шароитида қишлоқ хўжалиги фаолиятини оқилона ташкил этиш иқлим шароитларининг ўзгаришини инобатга олган ҳолда мавжуд ресурсларни баҳолаш ва улардан самарали фойдаланишга янгича ёндашувларни жорий этишни тақозо этади [Абдуллаев ва бошқ., 2001; Группер, 1998; Назаров ва бошқ., 2009; Холбаев, 2025].

Қишлоқ хўжалиги экинларининг вегетация даврида метеорологик катталикларнинг ўзгаришлари, уларни таҳлил қилиш ва баҳолаш муайян ҳудудларда қишлоқ хўжалигига агрометеорологик хизмат кўрсатиш, уни такомиллаштириш ва шу орқали қишлоқ хўжалиги ривожланиш истиқболларини белгилашга хизмат қилади. Бу мақсадда картографик усуллар ёрдамида иқлимий ресурсларни тадқиқ қилиш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади. Ҳозирги вақтда мазкур вазифаларни ижобий ҳал қилишда ГАТ технологиялари жаҳон миқёсида тобора кенг қўлланилмоқда [Сафаров ва бошқ., 2021; Авезов С.А. ва бошқ., 2022; Safarov ва бошқ., 2020; Эгамбердиев ва бошқ., 2020; Болтаев ва бошқ., 2015; Abdullayev ва бошқ., 2016].

Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда суғориладиган ҳудудларда кузги буғдой вегетация даври, бу давр учун термик ресурсларни аниқлаш ва баҳолашда картографик усулларни қўллаш долзарб вазифа ҳисобланади. Мазкур эҳтиёжни инобатга олиб республикада мавжуд суғориладиган экин майдонларида кузги буғдой етиштиришда

* Масъул муаллиф: b.xolmatjanov@nuu.uz, тел.: +998 99 878-51-27

вегетация даврини (ҳаво ҳароратининг кузда ва баҳорда 3°C дан ўтиши, фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндиси) баҳолашда картографик усулни қўллаш ишнинг **мақсади**, вилоятлар кесимида суғориладиган экин майдонларининг ўзгариш динамикаси ва ердан фойдаланишда термик ресурсларни таҳлил қилиш ҳамда замонавий дастурлар ёрдамида тақсимот карталарини тузиш тадқиқотнинг **вазифалари** сифатида белгиланди.

Мамлакатимизнинг суғорма экин майдонларида етиштириладиган кузги буғдойнинг вегетация даври тадқиқотнинг **объекти**, мазкур даврда термик ресурсларнинг тақсимотини аниқлаш масаласи ишнинг **предметини** ташкил этади.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Тадқиқотни бажаришда Европа ўрта муддатли об-ҳаво прогнозлари маркази (ECMWF) ERA5 реанализ базасининг 1991-2020 йиллар учун ҳаво ҳарорати маълумотларидан фойдаланилди [Welcome ...]. Ҳаво ҳароратининг кузда ва баҳорда 3,0°C дан ўтиш саналари ҳамда фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндиларини ҳисоблаш ва карталаштириш Python дастурлаш тилида ёзилган муаллифлик дастури ёрдамида амалга оширилди. Ҳисоблашлар агроиқлимшуносликда фойдаланиладиган услублар асосида бажарилди [Абдуллаев ва бошқ., 2009].

Таъкидлаш жоизки, Ўзбекистоннинг суғорма деҳқончилик олиб бориладиган минтақаларида ERA5 реанализ базасининг ҳаво ҳарорати маълумотларидан фойдаланиш мумкинлиги муаллифларнинг илгари бажарилган тадқиқотларида асослаб берилган [Рахимов ва бошқ., 2023].

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Ўзбекистонда суғориладиган ер майдонлари қуйидаги кенглик ва узунлик чегараларида жойлашган: I минтақа (Қорақалпоғистон Республикаси ва Хоразм вилояти) 41°- 43° ш.к. ва 59°-62° шқ.у., II минтақа (Сурхондарё ва Қашқадарё вилоятлари) 37°-39° ш.к. ва 65°-68° шқ.у., III минтақа (Бухоро, Навоий, Самарқанд, Жиззах, Сирдарё ва Тошкент вилоятлари) 39°-41° ш.к. ва 63°-70° шқ.у., IV минтақа (Андижон, Наманган, Фарғона вилоятлари) 40°-43° ш.к. ва 70°-73° шқ.у.

Ўзбекистонда аҳоли сонининг ортиб бориши суғориладиган ерларнинг маълум қисмини жамоат ва давлат эҳтиёжлари учун ажратишни тақозо этмоқда. Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари етиштиришга ихтисослашган вилоятларида суғориладиган ер майдонларининг 2014 йилга нисбатан ўзгариши тўғрисидаги маълумотлар 1-жадвалда келтирилган.

Республикада 2014 йилда суғориладиган ер майдонлари 3298,5 минг га бўлса, 2019 йилга келиб улар 1,10% га қисқариб, 3262,2 минг га ни ташкил этган. 2019 йилда 2014 йилга нисбатан суғориладиган ер майдонларининг энг катта қисқариши I минтақада 18,02% (Хоразм вилояти), II минтақада 0,85% (Қашқадарё вилояти), III минтақада 2,26% (Самарқанд вилояти) ва IV минтақада 3,16% (Наманган вилояти) содир бўлган. Бу ўзгаришлар давлат ва жамоат эҳтиёжлари учун ер ажратиш ҳамда ҳукумат қарорлари ва дастурлари асосида бошқа экинлар (интенсив боғлар, узумзорлар, сабзавот ва ҳоказо) барпо қилиш ҳисобига амалга ошган.

Маълумки, қишлоқ хўжалик экинларининг ўсиши, маҳсулдорлик элементларининг тўпланиши ва ҳосилнинг шаклланишида асосий агрометеорологик, агроиқлимий ва иқлимий омил иссиқлик ҳисобланади. Ўсимликларнинг намликка бўлган талаби суғориш орқали таъминланади. Суғориладиган ерларда етиштириладиган асосий экинлар – ғўза, шולי ва кузги буғдойдир. Ғўза ва шолининг навларига боғлиқ ҳолда ҳудудлар бўйича оптимал экиш муддатлари 1-20 май, экиш-мум пишишнинг ўртача давомийлиги 88 -126 кун, самарали ҳароратлар йиғиндиси 960-1390°C, фаол фотосинтетик радиация (ФФР) миқдори 1110-1730 МЖ/м², лалмикор ерларда етиштириладиган кузги буғдой навлари учун экиш-бошоқлаш-мум пишиш даврининг давомийлигини 210 - 227 кун эканлиги

кўп сонли илмий манбалардан маълум [Абдуллаев ва бошқ., 2001; Группер 1998; Назаров ва бошқ., 2009; Холбаев, 2025].

1-жадвал

Ўзбекистонда суғориладиган экин майдонларининг ўзгариши (%)

Таблица 1

Изменение площади орошаемых пахотных земель в Узбекистане (%)

Table 1

Change in the area of irrigated arable land in Uzbekistan (%)

Минтақа	Вилоятлар	Минг га	1 январь ҳолатига ер майдонларининг ўзгариши, %				
			2014 й.	2015 й.	2016 й.	2017 й.	2018 й.
I	Қорақалпоғистон Республикаси	423,4	-1,51	-1,25	-1,28	-1,16	-1,20
	Хоразм вилояти	250,3	-17,70	-17,58	-17,62	-17,90	-18,02
II	Қашқадарё вилояти	421,2	-0,12	-0,17	-0,17	-0,33	-0,85
	Сурхондарё вилояти	241,2	-0,08	-0,12	-0,33	-0,54	-0,79
III	Бухоро вилояти	200,7	0,05	0,05	0,25	-0,50	-0,60
	Навоий вилояти	91,0	-0,33	0,11	0,44	0,77	0,66
	Самарқанд вилояти	252,7	0,04	-0,32	-1,50	-2,45	-2,26
	Жиззах вилояти	262,6	-0,19	-0,34	-0,57	-0,72	-1,45
	Сирдарё вилояти	250,4	-0,04	-0,24	-0,28	-0,20	-0,40
	Тошкент вилояти	302,1	-0,13	-0,86	-1,06	-1,42	-2,12
	Анджон вилояти	203,3	-0,30	-0,15	-0,39	-0,44	-0,59
IV	Фарғона вилояти	248,0	-0,08	-0,12	-0,12	-0,12	-0,20
	Наманган	196,2	-0,87	-1,58	-1,89	-2,40	-3,16
	Жами	3298,5	-0,31	-0,42	-0,58	-3,84	-1,10

Ўзбекистон вилоятлари табиий географик ва тупроқ-иқлим шароитлари билан бир-бирларидан фарқланади. Бирок, ўз навбатида вилоятлар ҳудудлари ҳам бир хил табиий шароитли районлардан ташкил топмаган. Шу сабабли, ҳар бир районда ўсимлик навларини ташқи муҳитга мос келишига қараб танлаш амалиётда кенг қўлланилади. Бунда қишлоқ хўжалиги ўсимликларини экишнинг мақбул муддатлари ўсимлик турларининг ривожланиши учун етарли ҳисобланган ҳаво ва тупроқ ҳароратини эътиборга олган ҳолда белгиланади.

Агроиқлимшуносликнинг умумий районлаштириш бўлимида иқлимий катталиклар ва уларнинг ҳудудлар бўйича тақсимланишига мос ҳолда районлаштиришда эътибор асосан умумий вегетация даврининг давомийлигига қаратилади. Вегетация даврининг бошланиши ва тугашини аниқлашда ҳаво ҳароратининг муайян даражадан баҳорда кўтарилиши ва кузда пасайиш санаси ораллигидаги давомийлик, фаол ҳамда самарали ҳарорат йиғиндилари каби иқлимий катталикларнинг тақсимоти асосида районларга ажратилади [Назаров ва бошқ., 2009; Холбаев, 2025]. Таъкидлаш жоизки, ҳозирги кунгача суғориладиган ҳудудларда кузги буғдой ўсимлиги вегетация давринининг радиацион ва термик ресурсларини тўлик қаралаштириш ишлари бажарилмаган.

Тадқиқот натижасида кўп йиллик ERA5 реанализ базаси маълумотлари асосида илк бор ҳаво ҳароратининг кузда ва баҳорда 3,0°C дан ўтиш саналари, 3,0°C дан юқори ҳароратли кунлар давомийлиги, фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндилари карталари тузилди.

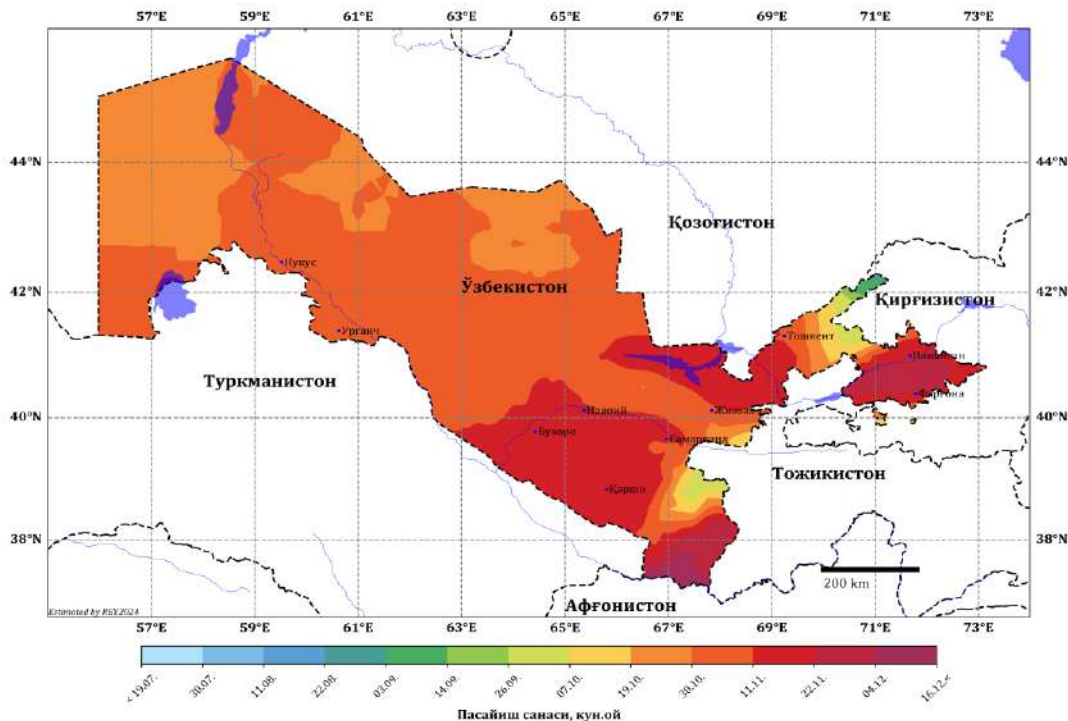
Республикамизнинг суғориладиган майдонларида кузда ҳаво ҳароратининг 3,0°C дан пасайиш саналарининг энг кеч муддатлари Қорақалпоғистон Республикаси,

Хоразм, Бухоро ва Навоий вилоятларининг шимолий худудларида, энг эрта муддатлари эса республиканинг жанубий ва шарқий худудларида кайд этилади. Бу муддатлар мос равишда октябрнинг тўртинчи бешкунлигидан декабрнинг учинчи бешкунлиги оралиғида ўзгариб туради (1-расм).

Баҳорда ҳаво ҳароратининг 3°C дан кўтарилиш саналарининг энг кеч муддатлари, кузда бўлгани каби, Қорақалпоғистон Республикаси, Хоразм, Бухоро ва Навоий вилоятларининг шимолий худудларида, энг эрта муддатлари эса республиканинг жанубий ва шарқий худудларида кузатилади. Улар мартнинг бешинчи бешкунлигидан январнинг иккинчи бешкунлигигача бўлган вақт оралиқларига мос келади (2-расм).

Кўп йиллик (1991-2020 йй.) давр учун ўртачаланган ҳаво ҳарорати $3,0^{\circ}\text{C}$ дан юқори бўлган кунлар давомийлиги тақсимот картаси 3-расмда келтирилган. Республикамининг тоғли худудларини эътиборга олмаган ҳолда суғориладиган ерларда етиштириладиган кузги буғдой учун бундай кунлар таҳлилининг кўрсатишича, энг қисқа давомийлик кўрсаткичлари шимолий худудларга тўғри келиб 225 кунни, Қашқадарё, Сурхондарё ва Фарғона водийси вилоятларида эса бундай кунлар давомийлиги энг катта бўлиб, 260 кундан ортиқни ташкил этиши аниқланди.

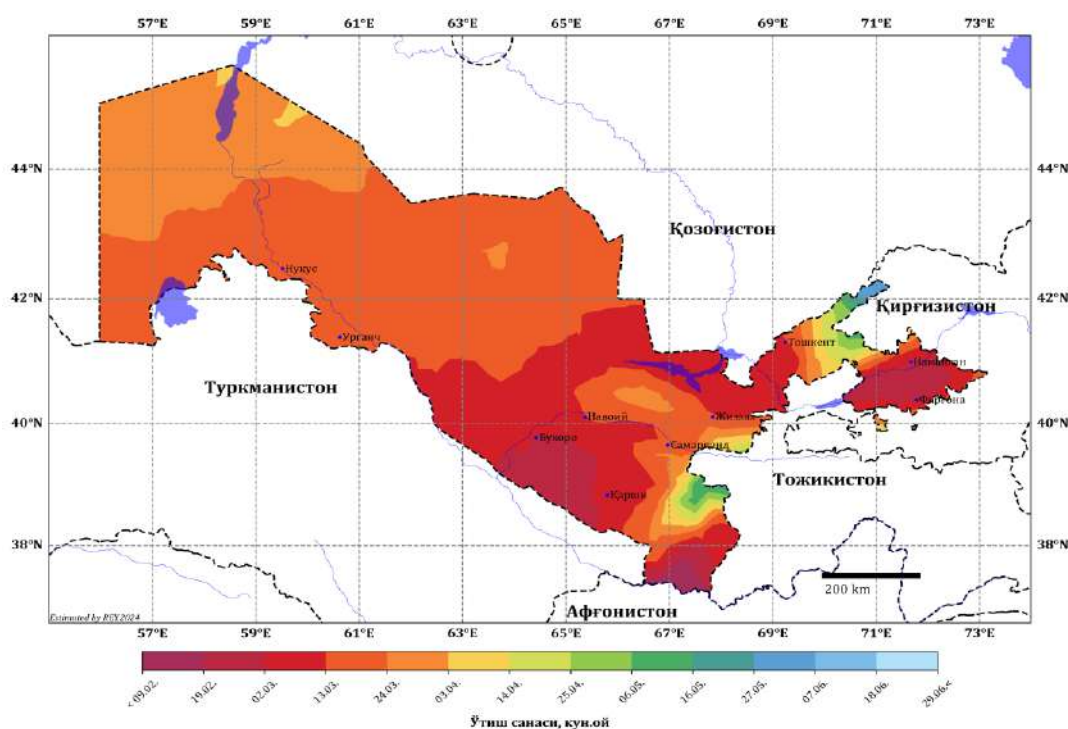
Ўсимликларнинг иссиқлик таъминотини аниқловчи термик ресурсларни баҳолашда ўртача ҳаво ҳароратининг муайян даражалардан юқори бўлган давр давомидаги фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндиси кўрсаткичларидан фойдаланилади. Суғориладиган худудларда етиштириладиган кузги буғдой вегетация даври учун ўртача ҳаво ҳарорати $3,0^{\circ}\text{C}$ дан юқори бўлган кунлардаги ҳарорат йиғиндилари термик ресурс кўрсаткичи сифатида қабул қилинган. Ўзбекистон худудида фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндиси учун тузилган карталар 4-5-расмларда келтирилган.



1-расм. Кузда ҳаво ҳароратининг $3,0^{\circ}\text{C}$ дан ўтиш саналари

Рис. 1. Даты перехода температуры воздуха через $3,0^{\circ}\text{C}$ осенью

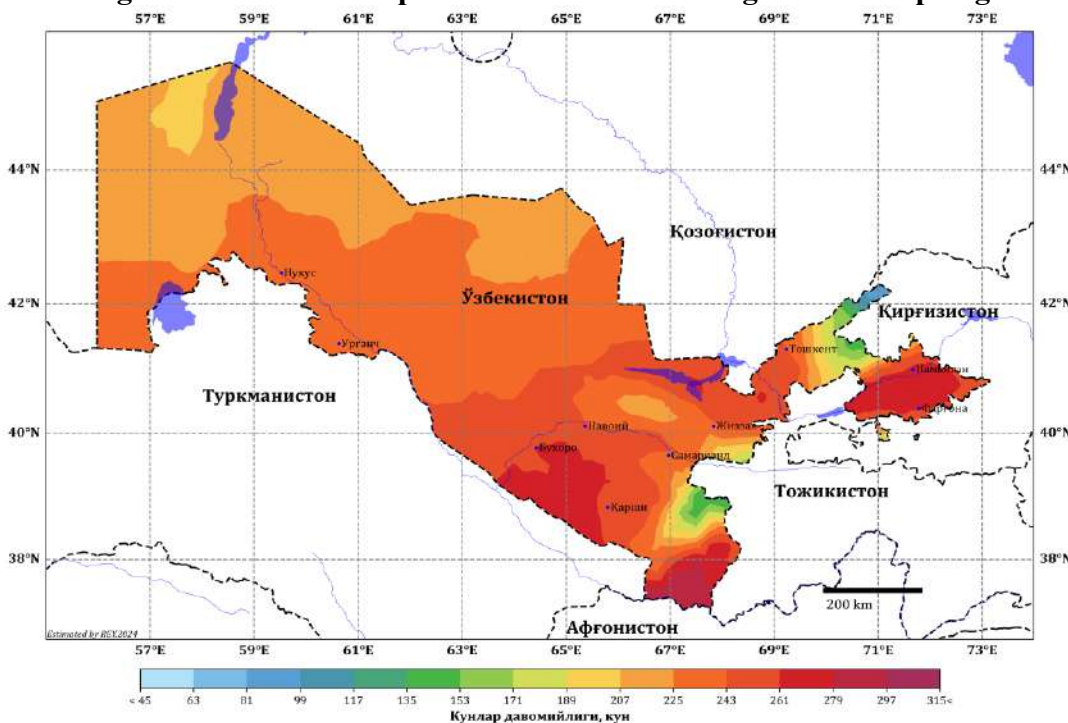
Fig. 1. Dates of air temperature transition through $3,0^{\circ}\text{C}$ in autumn



2-расм. Баҳорда ҳаво ҳароратининг $3,0^{\circ}\text{C}$ дан ўтиш санаси

Рис. 2. Даты перехода температуры воздуха через $3,0^{\circ}\text{C}$ весной

Fig. 2. Dates of air temperature transition through 3.0°C in spring



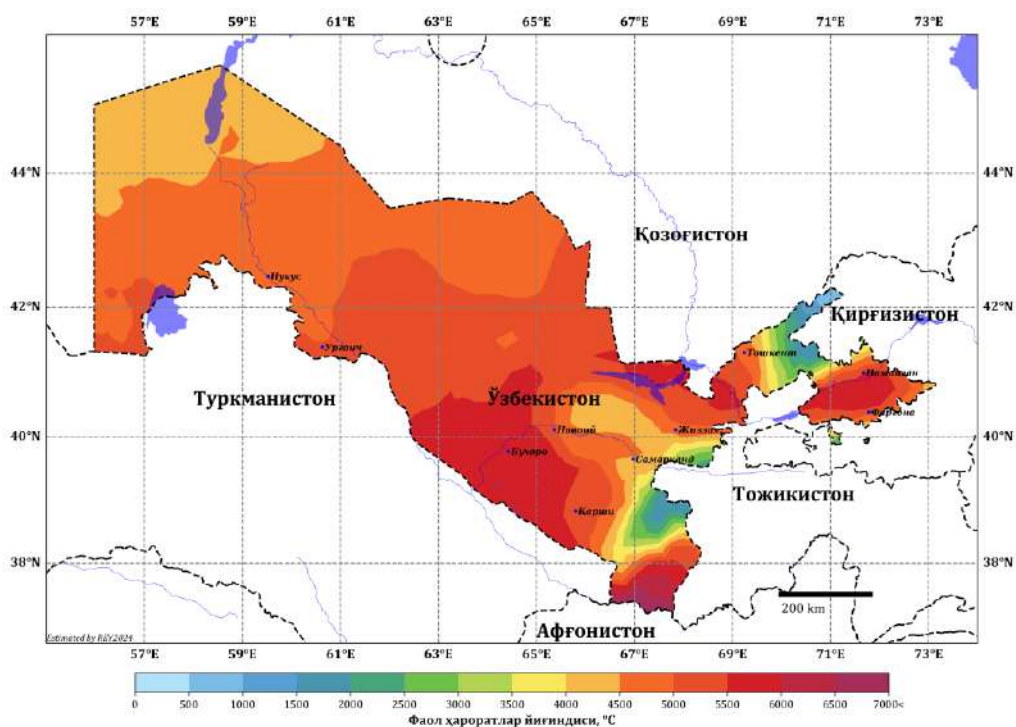
3-расм. Ҳаво ҳарорати $3,0^{\circ}\text{C}$ дан юқори бўлган кунлар давомийлиги

Рис. 3. Продолжительность дней с температурой воздуха выше $3,0^{\circ}\text{C}$

Fig. 3. Duration of days with air temperature above 3.0°C

Олинган натижалар фаол ҳароратлар йиғиндиси республика шимолида 4000-5000°C, Фарғона водийсида 5000-5500°C, Навоий вилоятининг жануби, Қашқадарё вилоятининг ғарби ва Сурхондарё вилоятининг жанубида 5500°C дан юқори эканлигини кўрсатди (4-расм).

Ўртача ҳаво ҳарорати 3,0°C дан юқори бўлган кунлардаги самарали ҳароратлар йиғиндиси фаол ҳароратлар йиғиндисига нисбатан кичикроқ миқдорларни ташкил этади. Республика шимолида у 3500-4000°C, Фарғона водийсида 4500-5000°C, Қашқадарё вилоятининг ғарби ва Сурхондарё вилоятининг жанубида 5000°C дан юқори кўрсаткичларга эга (5-расм).



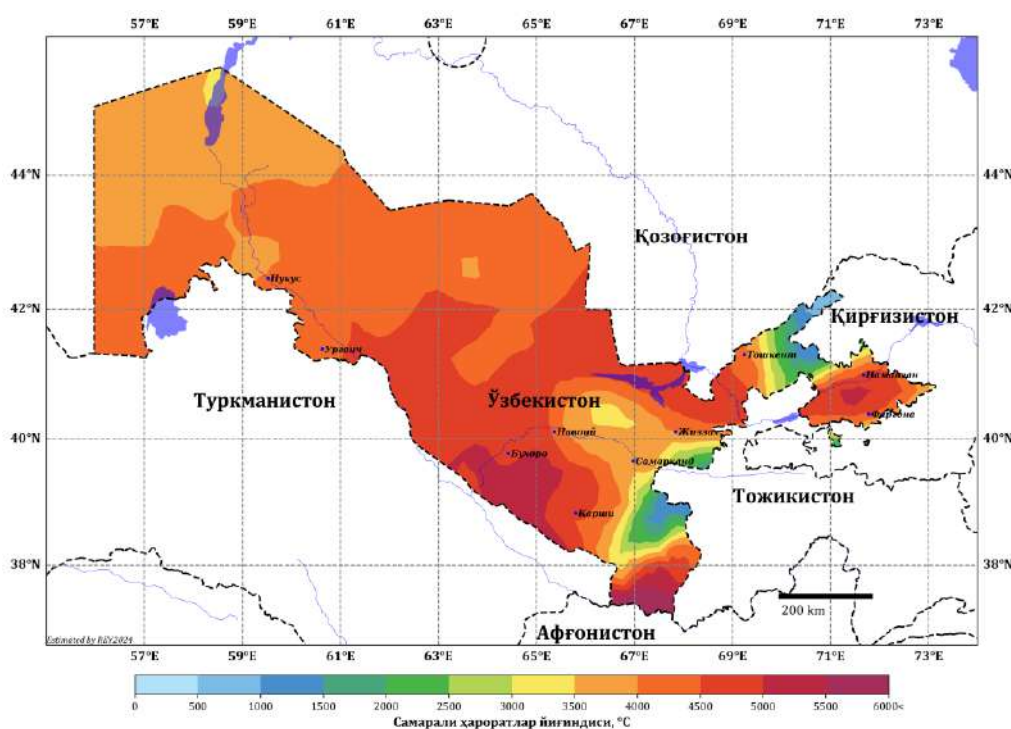
4-расм. Ҳаво ҳарорати 3,0°C дан юқори бўлган даврдаги фаол ҳароратлар йиғиндиси

Рис. 4. Сумма активных температур в период с температурой воздуха выше 3,0°C

Fig. 4. Sum of active temperatures during the period with air temperature above 3.0°C

Карталар таҳлилининг кўрсатишича, Ўзбекистон ҳудудида кузда ва баҳорда ҳаво ҳароратининг 3,0°C дан ўтиш саналари, бундай кунли давр давомийлиги, фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндисининг тақсмоти жойнинг денгиз сатҳига нисбатан баландлиги ҳамда кенглик ва узунлик қонуниятларига мос келади.

Таъкидлаш жоизки, МДХ Гидрометеорология хизматлари мутахассислари томонидан агроиклимшуносликда кўп йиллик ўртача ҳаво ҳароратининг баҳор ва кузда муайян (0°, 3°, 5°, 10°, 15°C) даражалардан турғун ўтиши саналари оралиғидаги кунлар сони вегетация даври давомийлиги деб қабул қилинган.



5-расм. Ҳаво ҳарорати $3,0^{\circ}\text{C}$ дан юқори бўлган даврдаги самарали ҳароратлар йиғиндиси

Рис. 5. Сумма эффективных температур в период с температурой воздуха выше $3,0^{\circ}\text{C}$

Fig. 5. Sum of effective temperatures during the period with air temperature above 3.0°C

Хулоса. Бажарилган тадқиқот натижалари Ўзбекистон ҳудудида куз ва баҳорда ҳаво ҳароратининг $3,0^{\circ}\text{C}$ дан ўтиш саналари, бундай кунли давр давомийлиги, фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндисининг тақсимооти географик кенглик ва баландлик бўйича зоналик қонуниятларига мос келишини кўрсатди.

Аниқланган термик ресурслар Ўзбекистоннинг турли минтақаларида суғорма ер майдонларида кузги буғдой етиштириш учун етарли эканлиги аниқланди.

Ишлаб чиқилган карталар Ўзбекистон ҳудудида ҳаво ҳароратининг куз ва баҳорда $3,0^{\circ}\text{C}$ дан ўтиш саналари, кузги буғдой вегетация даврининг давомийлиги, фаол ва самарали ҳароратлар йиғиндисининг тақсимооти билан иш юритувчи мутахассислар томонидан амалиётда фойдаланилиши мумкин. Шунингдек, олинган натижалардан келгусида қишлоқ хўжалиги соҳасида радиацион ва термик ресурсларни тўлиқ қамраб олувчи “Ўзбекистон агроиклимий ресурслари” атласини тайёрлашда фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

Миннатдорлик. Тадқиқот Инновацион ривожланиш агентлигининг молиявий кўмагида бажарилаётган АЛ-5721122072 «Қишлоқ хўжалиги, сув ва энергия ресурсларини барқарор ривожлантириш учун ер усти кузатувлари ва геостационар метеорологик сунъий йўлдошлардан олинган куёш радиацияси маълумотларидан комплекс фойдаланиш» лойиҳаси доирасида амалга оширилди.

Муаллифлар ҳиссаси. **Б.М. Холматжанов:** мақола ғояси, раҳбарлик, мақолани расмийлаштириш. **Г.Х. Холбаев:** маълумотлар базасини шакллантириш, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш. **Э.Ю. Рахимов:** ҳисоблаш дастурини ёзиш, ҳисоблаш

ишлари, карталарни тайёрлаш. Барча муаллифлар кўлёманинг нашрга тавсия этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилигини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Абдуллаев Х.М., Холбаев Г.Х. Агrometeorologicheskie условия и продуктивность риса в Узбекистане. – Ташкент: САНИГМИ, 2001. – 150 с.

Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х., Сафаров Э.Ю. Агrometeorologiyada муносабатли тенгламаларни топишда математик статистикани кўллаш, ЭХМ ва Географик ахборот тизимларидан фойдаланиш учун кўрсатма. – Тошкент: НИГМИ, 2009. – 150 б.

Авезов С.А., Қаландаров У.С. Хоразм вилояти шоли экин далаларини географик ахборот тизимлари ёрдамида карталаштириш / “Худудларнинг барқарор ривожланишини геоахборот жиҳатдан таъминлаш” республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Тошкент, 2022 йил 26 октябрь. – Б. 56-61.

Болтаев Т.Х., Рахмонов Қ., Акбаров М.С. Геоахборот тизимининг илмий асослари. – Тошкент: Университет, 2016. – 284 б.

Группер С.Р. Агrometeorologicheskaya оценка продуктивности озимой пшеницы в Узбекистане. – Ташкент: САНИГМИ, 1998. – 156 с.

Назаров Р.С., Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х. Ўзбекистонда ғўза агротехникаси, агроиклимий шароитлар ва ресурслар. – Тошкент: ГМИТИ, 2009. – 163 б.

Рахимов Э.Ю., Омонов Б.Ю., Холматжанов Б.М., Абдиқулов Ф.И., Бегматов С.У., Махмудов И.М. Ўзбекистонда NASA POWER ва ERA5 базалари ҳаво ҳарорати маълумотларидан фойдаланиш имкониятлари // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги, №3, 2023. – Б. 8-20.

Сафаров Э.Ю., Авезов С.А., Қаландаров У.С. Қишлоқ хўжалиги электрон хариталарини яратишнинг замонавий технологиялари ҳақида // Ўзбекистон География жамияти ахбороти, 59-жилд, 2021. – Б. 140-144.

Холбаев Г.Х. Иқлим ўзгариши шароитида суғориладиган худудларда кузги буғдой етиштиришда радиацион ва термик ресурсларни баҳолаш. – Тошкент: Impress media, 2025. – 221 б.

Эгамбердиев А., Ибрагимов Ж.К. Ер ресурсларидан самарали фойдаланиш ва уларни муҳофаза қилиш ҳамда харитага олиш масалалари // Ўзбекистон География жамияти ахбороти, 57-жилд, 2020. – Б. 311-316.

Эгамбердиев А., Қаландаров У.С. Қишлоқ хўжалик хариталарини таснифлаш ҳақида / “Geografik tadqiqotlarda zamonaviy geoinformatsion kartografiya, masofadan zondlash metodlari va texnologiyalarining ro‘li” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Toshkent, 2024-yil 24-26-aprel. – Б. 78-84.

Abdullayev A.K., Babushkin O.L., Xolbayev G.X. Agroiqlimiy rayonlashtirish. O‘zbekiston geografik atlas. – Toshkent: Kartografiya, 2016. – 107 b.

Abdullayev A.Q., Arg‘inboyev H.A., Abdullayev H.U. Fizika va agrometeorologiya (Agrometeorologiya). – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 480 b.

Safarov E.Y., Prenov Sh.M., Allanzorov O.R., Bekanov K.K. Geografik axborot tizimlari. ArcGIS dasturida amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha o‘quv-uslubiy qo‘llanma. – Toshkent: Universitet, 2020. – 64 b.

Электрон ресурс:

Welcome to the Climate Data Store. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home/>

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ТЕРРИТОРИИ
УЗБЕКИСТАНА (НА ПРИМЕРЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ)****Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ^{1,2}, Г.Х. ХОЛБАЕВ^{1,2}, Э.Ю. РАХИМОВ³**¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, b.kholmatjanov@nuu.uz² Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, khgulmon@mail.ru³ Национальный научно-исследовательский институт возобновляемых источников энергии, eyurakhimov@gmail.com

Аннотация. На основе 30-летних данных базы данных реанализа ERA5 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) за 1991-2020 годы на территории Узбекистана рассчитаны даты переходов температуры воздуха через 3,0°C осенью и весной, продолжительность дней с температурой выше 3,0°C, а также сумма активных и эффективных температур. Полученные результаты дат перехода температуры воздуха через 3,0°C весной и осенью показали, что самые поздние сроки перехода наблюдаются на северо-западе, а самые ранние на южных и восточных территориях республики.

Продолжительность дней со средней температурой воздуха выше 3,0°C за анализируемый 30-летний период составляет в северных регионах 225 дней, в Кашкадарьинской, Сурхандарьинской областях и Ферганской долине – более 260 дней. Установлено, что сумма активных температур в дни с температурой выше 3,0°C на территории Узбекистана составляет на севере республики 4000-5000°C, в Ферганской долине 5000-5500°C, на юге Навоийской области, западе Кашкадарьинской области и юге Сурхандарьинской области более 5500°C. Показано, что суммы эффективных температур имеют показатели ниже вышеуказанных значений.

Ключевые слова: база реанализа ERA5, даты перехода температуры воздуха через 3,0°C, вегетационный период, активная температура, эффективная температура.

**DISTRIBUTION OF THERMAL RESOURCES IN THE TERRITORY OF
UZBEKISTAN (ON THE EXAMPLE OF WINTER WHEAT)****B.M. KHOLMATJANOV^{1,2}, G.Kh. KHOLBAEV^{1,2}, E.Yu. RAKHIMOV³**¹ Hydrometeorological Research Institute, b.kholmatjanov@nuu.uz² National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, khgulmon@mail.ru³ National Research Institute of Renewable Energy Sources, eyurakhimov@gmail.com

Abstract. Based on 30-year data from the ERA5 reanalysis database of the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) for 1991-2020, the dates of air temperature exceeding 3.0°C in autumn and spring, the duration of days with temperatures above 3.0°C, and the sum of active and effective temperatures were calculated in Uzbekistan. Based on the calculation results, distribution maps of these indicators were constructed. The obtained results showed that the latest dates for the fall temperature to drop below 3.0°C and the earliest dates for the spring temperature to rise correspond to the northwestern regions of the republic, and the earliest dates correspond to the southern and eastern regions.

The duration of days with an average air temperature above 3.0°C for the analyzed 30-year period is 225 days in the northern regions, and more than 260 days in the Kashkadarya and Surkhandarya regions and Fergana Valley. It was found that the sum of active temperatures on days above 3.0°C in the territory of Uzbekistan is 4000-5000°C in the north of the country, 5000-5500°C in the Fergana Valley, and more than 5500°C in the south of Navoi region, west of Kashkadarya region and south of Surkhandarya region. It is shown that the sums of effective temperatures have values lower than the above values.

Keywords: ERA5 reanalysis database, dates of air temperature exceeding 3.0°C, growing season, active temperature, effective temperature.

REFERENCES

Abdullayev X.M., Xolbayev G.X. Agrometeorologicheskiye usloviya i produktivnost risa v Uzbekistane [Agrometeorological conditions and productivity of rice in Uzbekistan]. – Tashkent: SANIGMI, 2001. – 150 s. (in Russian)

Abdullaev A.K., Kholbaev G.Kh., Safarov E.Yu. Agrometeorologiyada munosabatli tenglamalarni topishda matematik statistikasi qo'llash, EXM va Geografik axborot tizimlaridan foydalanish uchun kursatma [Application of mathematical statistics in finding relational equations in agrometeorology, guide to using PC and geographic information systems]. – Tashkent: NIGMI, 2009. – 150 b. (in Uzbek)

Avezov S.A., Qalandarov U.S. Xorazm viloyati sholi ekin dalalarini geografik axborot tizimlari yordamida kartalashtirish [Mapping of rice fields in Khorezm region using geographic information systems] / Materials of the Republican Scientific and Practical Conference “Ensuring sustainable development of territories through geoinformation”. Tashkent, October 26, 2022. – B. 56-61. (in Uzbek)

Boltaev T.K., Rakhmonov K.R., Akbarov M.S. Geoaxborot tizimining ilmiy asoslari [Scientific bases of Geoinformation systems]. – Tashkent: 2016. – 284 b. (in Uzbek)

Grupper S.R. Agrometeorologicheskaya otsenka produktivnosti ozimoy pshenitsi v Uzbekistane [Agrometeorological evaluation of winter wheat productivity in Uzbekistan]. – Tashkent: SANIGMI, 1998, – 156 s. (in Russian)

Nazarov R.S., Abdullayev A.K., Xolbayev G.X. Ozbekistonda goza agrotexnikasi, agroiqlimiy sharoitlar va resurslar [Cotton agrotechnics, agroclimatic conditions and resources in Uzbekistan]. – Tashkent: GMITI, 2009. – 163 b. (in Uzbek)

Rakhimov E.Yu., Omonov B.Yu., Kholmatzhanov B.M., Abdikulov F.I., Begmatov S.U., Makhmudov I.M. Ozbekistonda NASA POWER va ERA5 bazalari havo harorati ma'lumotlaridan foydalanish imkoniyatlari [Possibilities of using air temperature data from NASA POWER and ERA5 databases in Uzbekistan] // *Gidroметеорология va atrof-muhit monitoringi*, №3, 2023. – B. 8-20. (in Uzbek)

Safarov E.Y., Avezov S.A., Kalandarov U.S. Qishloq xojaligi elektron xaritalarini yaratishning zamonaviy texnologiyalari haqida [On modern technologies for creating electronic agricultural maps] // *O'zbekiston Geografiya jamiyati axboroti*, 59-jild, 2021. – B. 140-144. (in Uzbek)

Kholbaev G.Kh. Iqlim o'zgarishi sharoitida sugoriladigan hududlarda kuzgi bugdoy yetishtirishda radiatsion va termik resurslarni baholash [Assessment of radiation and thermal resources in winter wheat cultivation in irrigated areas under climate change]. – Tashkent: Impress media, 2025. – 221 b. (in Uzbek)

Egamberdiev A., Ibragimov Zh.K. Yer resurslaridan samarali foydalanish va ularni muhofaza qilish hamda xaritaga olish masalalari [Issues of effective use, protection and mapping of land resources] // *O'zbekiston Geografiya jamiyati axboroti*, 57-jild, 2020. – B. 311-316. (in Uzbek)

Egamberdiev A., Kalandarov U.S. Qishloq xo'jalik xaritalarini tasniflash haqida [On the classification of agricultural maps] / “Geografik tadqiqotlarda zamonaviy geoinformatsion kartografiya, masofadan zondlash metodlari va texnologiyalarining ro'li” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Tashkent, 2024-yil 24-26-aprel. – B. 78-84. (in Uzbek)

Abdullayev A.K., Babushkin O.L., Xolbayev G.Kh. Agroiqlimiy rayonlashtirish. Ozbekiston geografik atlas [Agroclimatic zoning. Geographical atlas of Uzbekistan] – Tashkent: Kartografiya, 2016. – 107 b. (in Uzbek)

Abdullayev A.Q., Arginboyev H.A., Abdullayev H.U. Fizika va agrometeorologiya (Agrometeorologiya) [Physics and agrometeorology (Agrometeorology)]. – Tashkent: Fan va texnologiya, 2015. – 480 b. (in Uzbek)

Safarov E.Y., Prenov Sh.M., Allanazorov O.R., Bekanov K.K. Geografik axborot tizimlari. ArcGIS dasturida amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha o'quv-uslubiy qo'llanma [Geographic information systems. Educational and methodological manual for conducting practical and laboratory exercises in the ArcGIS program]. – Tashkent: Universitet, 2020. – 64 b. (in Uzbek)

Electronic resource:

Welcome to the Climate Data Store. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home/>

ГИДРОЛОГИЯ / HYDROLOGY

УДК: 556.53:551.58

**ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА ЗАРАФШОН ДАРЁСИ СУВ
РЕСУРСЛАРИНИНГ МИҚДОР ВА СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ БАҲОЛАШ
(ЎЗБЕКИСТОН ҲУДУДИ)****Х.Л. ГАППОРОВ¹, Р.А. ҚУЛМАТОВ^{2*}**¹ Мустақил изланувчи, 91271@mail.ru² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, rashidkulmatov46@gmail.com

Аннотация. Маколада Зарафшон дарёсининг Ўзбекистон қисмидаги сув ресурсларининг миқдори, сифати, дарё сувидаги оғир металллар миқдорлари, мазкур ҳудудда ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг минераллашуви ва миқдорини аниқлаш ҳамда дарё суви ифлосланишига сабаб бўлувчи асосий омиллар ўрганилган. Кўп йиллик тадқиқот натижаларига асосланиб Зарафшон дарёси суви минераллашуви даражасининг Ўзбекистон ҳудудининг юқори қисмидан қуйи қисмига қараб 3,9 баробардан 6,5 баробаргача ортиб борганлиги аниқланган. Оғир металллар Cu , Zn , Cr (VI), дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимига қараб, Cu миқдори ўртача 1,3 баробардан 1,35 баробаргача, Zn миқдори 1,2 баробардан 4,7 баробаргача, Cr (VI) миқдори 1,1 баробардан 8 баробаргача ортган. Коллектор-зовур сувлари ҳажмининг ўртача йиллик миқдори 2787 млн m^3 дан 3418 млн m^3 гача, улар таркибидаги туз миқдори йиллик ўртача +2914 минг тоннадан 4808 минг тоннани ташиқил этган. Зарафшон дарёси ҳавзасида ҳосил бўлаётган коллектор-зовур сувлари минераллашуви йиллик ўртача қиймати Самарқанд вилоятида 0,79 г/л, Навоий вилоятида эса 2,9 г/л даражасида кузатилган. Дарё ҳавзасидаги коллектор-зовур сувлари минераллашувининг ҳаво ҳарорати ва ёғингарчилик миқдорига боғлиқлиги ўрганилган.

Калит сўзлар: Зарафшон дарёси, оғир металллар, коллектор-зовур сувлари, минераллашув, сифат ўзгаришлари, миқдор ўзгаришлари, баҳолаш.

Кириш. Сув ресурслари танқислиги, сув ва ер ресурслари сифатининг ёмонлашуви Орол денгизи ҳавзасининг барча мамлакатларида кузатилмоқда ва бу ҳолат ушбу мамлакатлар барқарор ривожланишига салбий таъсир кўрсатмоқда [Бабуринов ва б., 2019; Gaybullayev ва б., 2012; Kulmatov, 2014]. Иқлим ўзгаришлари туфайли ҳаво ҳароратининг кўтарилиши дарёлар ҳавзаларида буғланишнинг ортиши, баланд тоғларда эса қор ва музликларнинг жадал суръатларда эриши ва пировард натижада сув ресурсларининг янада камайишига олиб келади [Хикматов ва б., 2020; Bernauer, Siegfried, 2012; Punkari et al., 2014; Siegfried et al., 2012].

Орол денгизи ҳавзаси (ОДХ) мамлакатларида сув истеъмолининг таркибида асосий улушини қишлоқ хўжалигида суғориш ва ундан кейин саноат ҳамда коммунал хўжаликларидан сувдан фойдаланиш ташкил этади [Жўраев ва б., 2023; Cai, 2003].

ОДХ давлатларининг суғориладиган ерларидан коллектор-зовурларга йилига 55,0-60,0 миллион тонна, жумладан, Зарафшон дарёси ҳавзасидаги суғориладиган майдонлардан 2,9-4,8 миллион тонна тузлар тушиб, улар очик сув ҳавзаларининг ифлосланишига олиб келмоқда. Тузлар таркибида кальций гидрокарбонат, кальций сульфат, магний сульфат, натрий сульфат ва натрий хлорид тузларининг миқдори юқорилиги аниқланган [Чембарисов ва б., 2016; 2016; 2020].

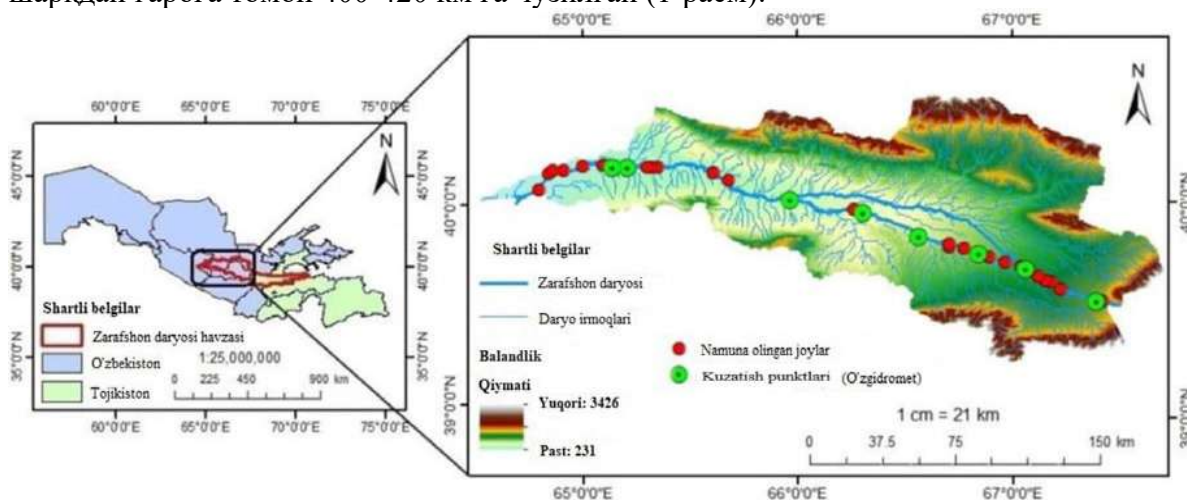
* Масъул муаллиф: rashidkulmatov46@gmail.com, тел.: +998 90 934-13-95

Зарафшон дарёси оқимининг гидрологик режимидаги ўзгаришларини аниқлаш, иқлим ўзгаришининг Зарафшон ҳавзаси дарёларининг гидрологик режими, хусусан, улар оқимининг йиллараро тебраниши, йил давомида тақсимланиши, максимал сув сарфлари ва сув ресурсларига таъсири баҳолаш ишлари ўрганилган [UNDP, 2006; Oliver et al., 2010].

Шунингдек, Зарафшон дарёси сувлари кимёвий таркибининг инсон фаолияти таъсирида ўзгариши, гидрокимёвий режимга таъсир етувчи омилларни аниқлаш, сувнинг минераллашув даражасининг суғориладиган ерлардан қайтган сувлар ҳисобига дарё узунлиги бўйча ўзгариши, дарё гидрокимёвий режимнинг қайта шаклланиши, дарё оқимининг кўп йиллик режими ва унинг иқлимий омилларга боғлиқлиги юзасидан тадқиқот ишлари олиб борилган [Зияев, 2021; Нишонов, Абдиева, 2021; Хайдаров, 2018; Хикматов ва б., 2016; Хикматов ва б., 2024; Ғаниев, 2022].

Ушбу тадқиқот ишининг мақсади ОДХ мамлакатларининг асосий дарёсларидан бири бўлган Зарафшон дарёсининг Ўзбекистон қисмидаги сув ресурсларининг миқдори, сифати таркибидаги ўзгаришларини, дарё сувидаги оғир металллар миқдорларининг вақт ва масофадаги ўзгаришлари динамикасини, мазкур ҳудудда ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг минераллашуви ва миқдорини аниқлаш ҳамда дарё суви ифлосланишига сабаб бўлувчи асосий омилларни баҳолаш ва уларни муҳофаза қилиш бўйича таклифлар ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқот объекти ва предмети. Тадқиқот объекти сифатида Зарафшон дарёсининг ўрта ва қуйи оқими бўлган Ўзбекистон қисми олинган. Зарафшон дарёси ҳавзаси Ўзбекистоннинг ўрта қисмида жойлашган бўлиб, дарёнинг узунлиги ҳудудда шарқдан ғарбга томон 400-420 км га чўзилган (1-расм).



1-расм. Зарафшон дарёси ўрта оқимидаги кузатиш пунктлари [Shoergashova, 2018]

Рис. 1. Наблюдательные пункты в среднем течении реки Зеравшан [Shoergashova, 2018]

Fig. 1. Observation points in the middle reaches of the Zarafshan River [Shoergashova, 2018]

Зарафшон дарёси ҳавзасининг асосий оқим ҳосил қиладиган қисми қўшни Тожикистон Республикаси ҳудудида жойлашган. Сув тўплаш майдони, Мағиёндарё ҳавзаси билан қўшиб ҳисоблаганда, 11300 км² га тенг. Зарафшон дарёси сувлари Туркистон тоғ тизмасининг жанубий, Зарафшон тизмасининг шимолий ва жанубий, Ҳисор тизмасининг шимолий ёнбағирларидан ҳосил бўлади. Зарафшон дарёси ҳавзасининг тоғли ва ўрта қисмларидаги сув тўплаш майдонларида шаклланидиган сув

сарфининг ўртача кўп йиллик миқдори $171 \text{ м}^3/\text{с}$ ни, йиллик оқим ҳажми эса $5395,0 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ ни ташкил этади. Ҳавзада ҳар йили тикланадиган сув ресурслари ушбу миқдорининг 95,3% и унинг тоғли қисмига, 4,7% и эса ҳавзанинг ўрта қисмидаги кичик дарёлар ва сойлар ҳиссасига тўғри келади [Хайитов, 2017].

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Зарафшон дарёси ҳавзаси рельефи турлича бўлган икки қисмдан иборат: дарё оқимининг асосий қисми ҳосил бўладиган тоғли ҳудудлар ва оқим сарфланадиган текисликлар.

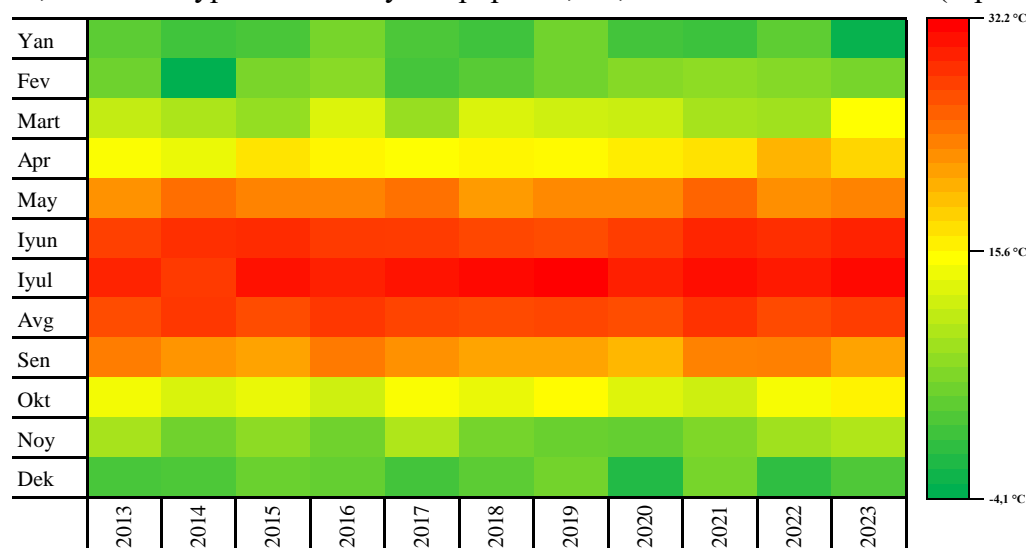
Иқлим ўзгаришлари натижасида Зарафшон дарёси ҳавзасида ёғингарчилик миқдори ва давомийлиги ўзгаради.

Дарё ҳавзасининг масофада чўзилганлиги, баландликларнинг сезиларли даражада ўзгариши, рельеф ва ландшафт шакллариининг турлича бўлиши иқлим шароитларининг ҳам турлича бўлишига сабаб бўлади.

Зарафшон дарёси ҳавзаси ҳудуди денгиз ва океанлардан узокда жойлашганлиги туфайли иссиқ ва қуёшли кунлар кўп бўлган континентал иқлими билан ажралиб туради. Унинг бир қисмини Қизилкум чўллари, шунингдек, қуруқлиги билан ажралиб турадиган ярим чўллариининг кенг текис кенгликлари эгаллайди.

Дарёнинг ўрта оқимида ўртача йиллик ҳарорат $+14,8$ дан $+15,3^\circ\text{C}$ гача, қишда $+3$ дан $+3,5^\circ\text{C}$ гача, ёзда $+26,8$ дан $+27,3^\circ\text{C}$ гача, қуйи оқимида эса ўртача йиллик ҳарорат $+16,3$ дан $+16,8^\circ\text{C}$ гача, қишда эса $+2,7$ дан $+3,2^\circ\text{C}$ гача, ёзда $+30,0$ дан $+30,5^\circ\text{C}$ гача ни ташкил этади.

Зарафшон дарёси ҳавзасида жойлашган Ўзгидромет тасарруфидаги 20 та гидрометеорологик станцияларнинг кўп йиллик маълумотларига кўра, ҳавзада ўртача йиллик ҳарорат 2013-2023 йиллар давомида $+15,2 \div +15,8^\circ\text{C}$, ўртача максимум ҳарорат $+29,0 \div +29,5^\circ\text{C}$ ҳамда ўртача минимум ҳарорат $2,2-2,7^\circ\text{C}$ ни ташкил қилган (2-расм).



2-расм. Зарафшон дарёси ҳавзасининг ўртача йиллик ҳаво ҳарорати

Рис. 2. Среднегодовая температура воздуха бассейна реки Зеравшан

Fig. 2. Average annual air temperature of the Zarafshan River basin

Дарё ҳавзасида йиллик ёғингарчилик миқдори ўртача 320 мм, Зарафшон дарёсининг қуйи оқимида эса ёғингарчилик миқдори 100 мм дан ошмайди. Ҳавза ҳудудида йиллик ёғингарчиликларнинг миқдори 75-460 мм ташкил этади.

Ёғингарчиликларнинг йиллик умумий миқдорининг тахминан 40-45% қисми баҳор фаслида, 40-45% қиш фаслида, 10-15% куз фаслига тўғри келади (3-расм).

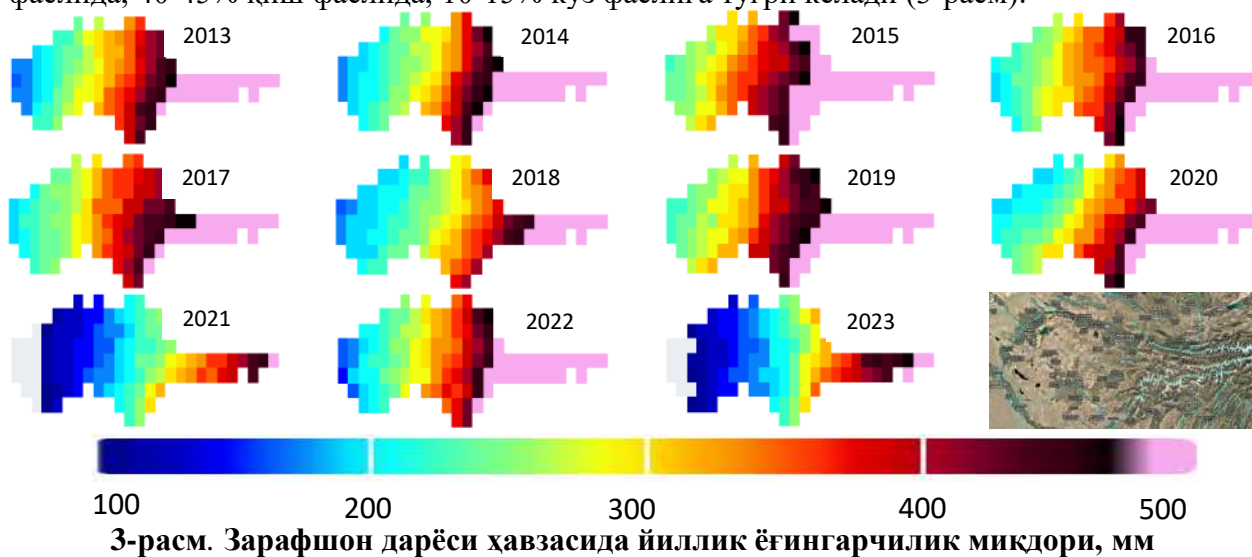


Рис. 3. Годовая сумма осадков в бассейне реки Зеравшан, мм

Fig. 3. Annual precipitation in the Zarafshan River basin, mm

Тадқиқот ишида Гидрометеорология хизмати агентлигининг ер усти сувлари сифати бўйича маълумотлари, Сув хўжалиги вазирлигининг коллектор-зовур тармоқлари ҳақидаги бирламчи маълумотларидан фойдаланилди. Бирламчи маълумотлар чуқур статистик қайта ишланди. Зарафшон дарёсининг Ўзбекистон қисмидаги оқими гидрокимёвий режими 8 та кузатиш пунктларидан (1-жадвал) олинган сув намуналарининг таҳлиллари натижалари асосида баҳоланди.

1-жадвал

Зарафшон дарёси суви таҳлили учун намуналар олинган кузатиш пунктлари

Таблица 1

Пункты наблюдений, где производились отборы проб воды для анализа реки Зеравшан

Table 1

Observation points where water samples were taken for analysis of the Zarafshan river

Кузатиш пунктлари рақами	Кузатиш пунктлари жойлашган жой
1	Роватхожа тўғонидан 0,4 км қуйида
2	Самарқанд шаҳридан 6 км шимоли-шарқда, Окқорадарё сув таксимлагичдан 1,5 км юқорида
3	Самарқанд шаҳридан 21 км шимоли-ғарбда, Сиёб коллектори қуйиладиган жойдан 0,5 км қуйида
4	Самарқанд шаҳридан 26 км шимоли-ғарбда, Таллигулян ташламаси қуйиладиган жойдан 3,7 км қуйида
5	Каттакўрғон шаҳридан 5 км шимоли-ғарбга, Чегонак коллектори қуйиладиган жойдан 0,5 км қуйида
6	Хатирчи поселкасидан 2 км жанубга, Қорадарё қуйиладиган жойдан 0,5 км қуйида
7	Навоий шаҳридан 3,5 км шимоли-ғарбга, Навоийазот оқова суви қуйиладиган жойдан 1 км юқорида
8	Навоий шаҳридан 5 км шимоли-ғарбга, Навоийазот ташламаси қуйиладиган жойдан 0,8 км қуйида

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Дарёлар суви минераллашуви даражасини баҳолаш ундан турли мақсадларда фойдаланишда муҳим кўрсаткич хисобланади.

Тадқиқот йилларида (2013-2023) Зарафшон дарёси суви минераллашувининг ўртача қиймати Роватхожа тўғони чегарасидан Навоийазот АЖ окова сувлари ташламаси қуйиладиган жойгача 0,27-0,32 г/л дан 1,15-1,8 г/л гача ортганлиги кузатилган (4-расм).



4-расм. Зарафшон дарёси суви минераллашувининг ўртача қиймати, г/л

Рис. 4. Средняя значение минерализация воды реки Зеравшан, г/л

Fig. 4. Average mineralization value of Zarafshan river water, g/l

Тадқиқот натижаларидан маълум бўлдики, Зарафшон дарёси суви минераллашувининг ўртача қиймати Қорадарё қуйиладиган жойдан (6-пункт) Навоийазот АЖ окова суви қуйиладиган жойгача (7-пункт) кескин 2,7-3,7 баробарга ортганлигини кузатишимиз мумкин. 1-пунктдан олинган дарё суви минераллашувининг қийматларини 8-пунктдаги минераллашувининг қийматлари билан солиштирилганда минераллашув 3,9 дан 6,5 баробаргача ортганлиги аниқланди (5-расм).

Қишлоқ хўжалиги экин майдонларини суғоришдан кейин ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг ҳамда ишлаб чиқариш корхоналаридан чиққан окова сувларининг Зарафшон дарёсига келиб тушиши дарё суви минераллашувининг кузатув пунктлари кесимида ортиб боришига сабаб бўлган.

Тадқиқот ишида Зарафшон дарёси суви минераллашуви ва атмосфера ёғингарчилик миқдорлари орасидаги боғланиш ўрганилганда, ўзаро боғланиш – корреляцион коэффициентлар қиймати (Пирсон корреляцияси) 6-пунктда $R^2=0,13$ (кучсиз боғлиқлик) кузатилган. Мазкур турдаги боғланиш бошқа кузатиш пунктларида янда кучсиз бўлган (2-жадвал).

2-жадвал

Дарё суви минераллашувининг ҳаво ҳарорати ва ёғингарчиликка боғлиқлиги

Таблица 2

Связь между минерализацией речной воды, температурой воздуха и осадков

Table 2

Relationship between river water mineralization, air temperature and precipitation

Кузатиш пунктлари т/р	Корреляция коэффициентлари қиймати		
	Ҳаво ҳарорати, °C (ёзги)	Ҳаво ҳарорати, °C (қишки)	Ёғингарчилик, мм
1	-0,022	-0,218	-0,639
2	0,414	0,286	-0,536
3	0,401	0,328	-0,658
4	0,485	0,507	-0,361
5	0,061	0,690	0,086
6	0,170	0,526	0,126
7	-0,145	0,347	0,079
8	-0,500	-0,544	-0,010

Ҳаво ҳароратининг дарё суви минераллашуви билан боғланиши ўрганилганда, ҳаво ҳарорати паст бўлган ҳолатларда (қишки) 4-, 5- ва 6-пунктларда $0,5 < R^2 < 0,7$ юқори боғлиқлик, 3- ва 7-пунктларда $0,3 < R^2 < 0,5$ ўртача боғлиқлик, 2-пунктда $R^2 = 0,29$ кучсиз боғлиқлик кузатилган бўлса, 1 ва 8-пунктларда эса дарё суви минераллашуви билан ҳаво ҳарорати орасидаги ўзаро боғлиқлик кузатилмаган. Ҳаво ҳарорати юқори бўлган ҳолатларда эса (ёзги) 2-, 3- ва 4-пунктларда ўртача боғлиқлик ($0,3 < R^2 < 0,5$), 6-пунктда кучсиз боғлиқлик ($R^2 = 0,17$) кузатилган (2-жадвал).

Дарё оқимининг миқдори, коллектор-зовур сувларининг қишки пайтларда дарёга кам қуйилиши натижасида минераллашувнинг қишки ва ёзги ҳароратга боғлиқлигидаги корреляция коэффициентлари қийматидаги ўзаро фарқ юзага келган.

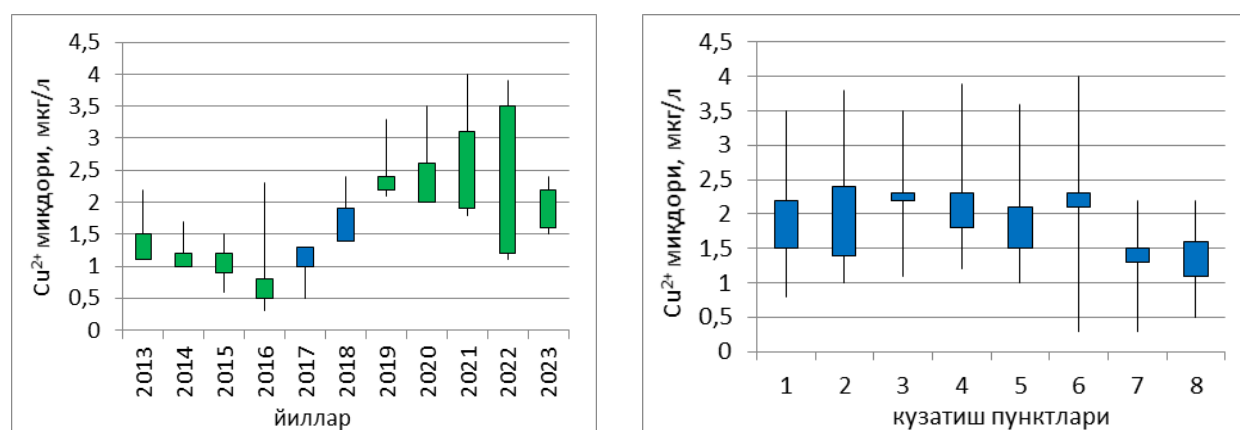
Зарафшон дарёси суви таркибидаги Cu Zn, Cr элементларининг миқдор ўзгаришлари динамикасини аниқлаш. 2013-2023 йиллар давомида Зарафшон дарёси дарёси суви таркибидаги оғир металллар ионлари ўртача миқдорининг гидропостлар бўйича йиллар кесимида ўзгариши динамикаси ўрганилди (5,6,7,8-расмлар).

Cu^{2+} , Zn^{2+} ва Cr^{6+} миқдорининг ўртача қиймати дарё кузатиш пунктларининг жойлашувига қараб қуйидагича ўзгариб турган.

Мис иони миқдори 1-пунктдан 6-пунктгача 1,1-2,0 баробарга ошган, 7- ва 8-пунктларда эса 1,1 дан 3,2 баробарга камайганлигини кўришимиз мумкин. Умуман олганда, мис иони миқдори 1-пунктдан 8-пунктгача 2017 ва 2018 йилларда 1,3-1,35 марта ортган бўлса (5-расм, кўк рангда), бошқа йилларда эса дарёнинг ўрта оқимидан қуйи оқимига қараб борган сари мис иони концентрацияси камайиб борганлигини кўриш мумкин. Бу ҳолатни дарё оқимининг ўзгариши ҳамда “тиниш (чўкиш)” ҳодисаси билан изоҳлаш мумкин (5-расм, яшил ранг).

Роватхожа тўғонидан 0,4 км қуйида жойлашган кузатиш пунктдан Навоий шаҳридан 5 км шимоли-ғарбга, Навоийазот ташламаси қуйиладиган жойдан 0,8 км қуйидаги пунктгача рух иони миқдори 1,2-4,3 мкг/л дан 1,1-14,6 мкг/л гача, хром (VI) 0,1-0,6 мкг/л дан 0,1-2,5 мкг/л гача ошганлиги аниқланган (6 ва 7-расмлар, кўк ранг).

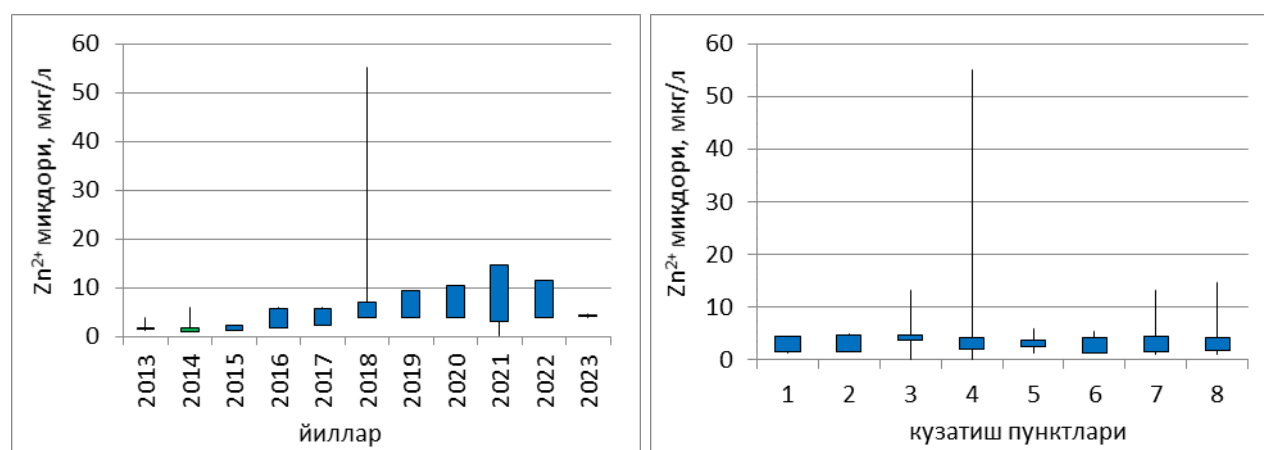
Дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимига тушган сари, 1-пунктдан 8-пунктгача рух иони миқдори ўзгариши йиллар кесимида ўртача 1,2 баробардан 4,7 баробаргача ортиб борган (6-расм).



5-расм. Зарафшон дарёси сувидаги Cu^{2+} нинг ўртача миқдорининг йиллар ва кузатиш пунктлари бўйича ўзгариш динамикаси

Рис. 5. Динамика изменения среднего количества Cu^{2+} в воде реки Зеравшан по годам и пунктам наблюдений

Fig. 5. Dynamics of changes in the average amount of Cu^{2+} in the water of the Zarafshan River by years and observation points

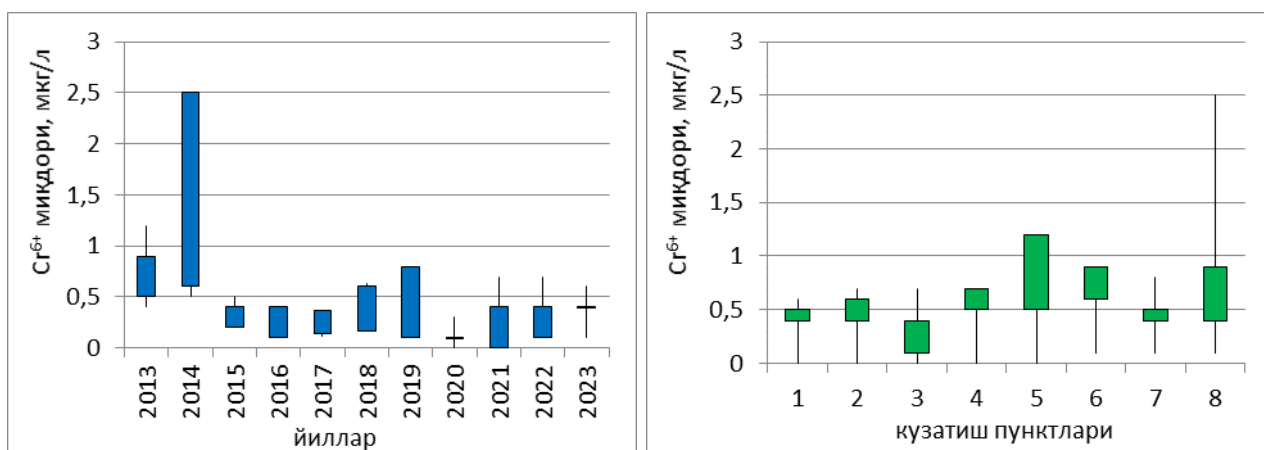


6-расм. Зарафшон дарёси сувидаги Zn^{2+} нинг ўртача миқдорининг йиллар ва кузатиш пунктлари бўйича ўзгариш динамикаси

Рис. 6. Динамика изменения среднего количества Zn^{2+} в воде реки Зеравшан по годам и пунктам наблюдений

Fig. 6. Dynamics of changes in the average amount of Zn^{2+} in the water of the Zarafshan River by years and observation points

Дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимиға тушган сари, 1-пунктдан 8-пунктгача хром (VI) миқдори ўзгариши йиллар кесимида ўртача 1,1 баробардан 8 баробаргача ортиб борган (7-расм, қўқ ранг). 2013 йилга нисбатан 2023 йилда кузатиш пунктлари кесими бўйича хром (VI) миқдори 1,25 баробардан 4 баробаргача камайган (7-расм, яшил ранг).

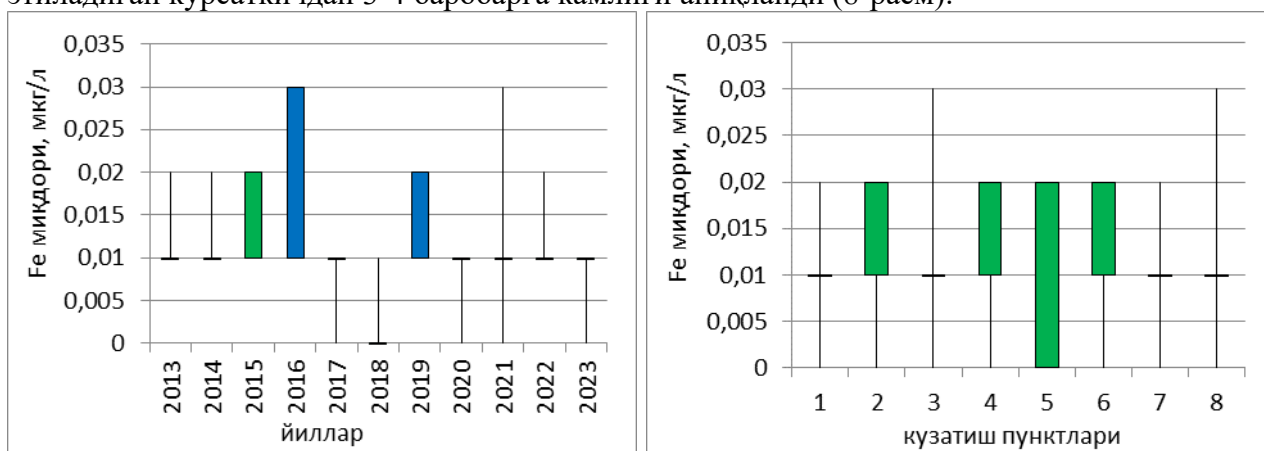


7-расм. Зарафшон дарёси суви таркибидаги Cr (VI) нинг ўртача миқдорининг йиллар ва кузатиш пунктлари бўйича ўзгариш динамикаси

Рис. 7. Динамика изменения среднего содержания Cr(VI) в воде реки Зеравшан по годам и пунктам наблюдений

Fig. 7. Dynamics of changes in the average content of Cr(VI) in the water of the Zarafshan River by years and observation points

Шунингдек, Зарафшон дарёси суви таркибидаги Fe иони миқдори рухсат этиладиган кўрсаткичдан 3-4 баробарга камлиги аниқланди (8-расм).



8-расм. Зарафшон дарёси сувидаги Fe иони ўртача миқдорининг йиллар ва кузатиш пунктлари бўйича ўзгариш динамикаси

Рис. 8. Динамика изменения среднего количества ионов Fe в воде реки Зеравшан по годам и пунктам наблюдений

Fig. 8. Dynamics of changes in the average amount of Fe ions in the water of the Zarafshan River by years and observation points

Зарафшон дарёсининг ўрта оқимида (1-пункт) ҳам, қуйи оқимида ҳам оғир металллар миқдорининг (Cu, Zn, Cr(VI), ва Fe) камайиб боришини рух, мис, хром (VI), темир қаторида жойлаштириш мумкин.

Зарафшон дарёси сувидаги оғир металллар миқдорининг кузатиш пунктлари кесимида ортиб боришининг асосий сабабларидан бири қишлоқ хўжалиги экин майдонларини суғоришдан кейин ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг дарёга келиб тушиши ҳамда саноат корхоналарининг оқова сувларининг дарёга қуйилиши билан ўзаро боғлиқдир.

Зарафшон дарёси ҳавзаси коллектор-зовур сувлари. Дарё ҳавзасида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг аксарият қисми Зарафшон дарёсига келиб тушади.

Зарафшон дарёси ҳавзасида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувлари ҳажми, минераллашуви ва туз миқдорини баҳолаганимизда қуйидагилар аниқланди.

Дарё ҳавзасида коллектор-зовур сувлари миқдорининг ўртача йиллик кўрсаткичи 4463 млн м³ дан 5539 млн м³ гача, ҳосил бўлаётган туз миқдори йиллик ўртача 8078 минг тоннадан 11755 минг тоннагача ўзгариб турган (3-жадвал).

Дарё ҳавзасида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг умумий миқдори йилига 4,4-5,5 км³, минераллашуви 0,79-3,5 г/л ни ташкил қилган. Ҳавзада коллектор-зовур сувларининг энг катта ҳажми Самарқанд вилояти ҳудудида ҳосил бўлади (йилига ўртача 2,1 км³).

Дарё ҳавзасининг юқори ва ўрта қисмида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг аксарият қисми дарё ўзанларига бориб қуйилса, қуйи оқимида эса чўл ва пасттекикликларга бориб қуйилади.

Дарё ҳавзасида ҳосил бўлаётган коллектор-зовур сувлари минераллашуви даражасининг йиллик ўртача энг кам қиймати Самарқанд вилоятида 0,79 г/л ни, энг юқори қиймат Навоий вилоятида 2,91 г/л ни ташкил қилган.

3-жадвал

Зарафшон дарёси ҳавзасидаги коллектор зовур сувлари миқдори ва минераллашувининг ўртача қиймати ҳамда улардаги умумий туз миқдори

Таблица 3

Объем и средняя величина минерализации коллекторных вод бассейна реки Зеравшан, а также общее содержание солей в них

Table 3

Amount and average mineralization of collector waters in the Zarafshan river basin, as well as their total salt content

Вилоятлар	Тавсифи	Ўлчов бирлиги	Йиллар				
			2018	2019	2020	2021	2022
Самарқанд	Ҳажми	млн м ³	2080,98	2080,98	2329,81	2097,35	1956,21
	Минераллашуви	г/л	0,85	0,85	0,798	0,790	0,80
	Умумий туз миқдори	минг т	1758,51	1758,51	1859,06	1657,86	1573,92
Навоий	Ҳажми	млн м ³	860,52	1187,37	1088,66	966,1	830,41
	Минераллашуви	г/л	2,914	2,569	2,419	1,313	1,613
	Умумий туз миқдори	минг т	2507,87	3050	2633,83	1268,68	1339,78

Навоий вилоятидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражаси Самарқанд вилояти коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражасига нисбатан юқорилигининг сабаби, биринчидан, Навоий вилоятидаги тупроқнинг шўрланиш даражаси юқорилиги билан изоҳланса, иккинчидан Зарафшон дарёси дарёси юқори оқимидан қуйи оқимга тушган сари дарёнинг сувининг минераллашуви ҳам ортиб боради. Бу ўз навбатида қишлоқ хўжалигида суғориш учун ишлатилаётган сувларнинг

минераллашуви ортишига ҳамда ушбу вилоятлар суғориладиган майдонларида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг ҳам минераллашуви ортишига сабаб бўлади.

Самарқанд вилоятидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражасининг нисбатан пастлиги вилоятда суғориладиган майдонларнинг асосий қисми минераллашув даражаси камроқ миқдорни ташкил этувчи дарё суви билан суғорилиши билан изоҳланади.

Коллектор-зовур сувларининг минераллашувига иқлим ўзгаришларининг (ёғингарчилик ва ҳарорат) таъсири ўрганилди. Ушбу боғлиқлик зичлигини ифодаловчи – корреляция коэффициентларининг қийматлари таҳлил қилинди (4-жадвал).

4-жадвал

Зарафшон дарёси хавзаси коллектор-зовур сувлари минераллашувининг ҳаво ҳарорати ва ёғингарчиликка боғлиқлиги

Таблица 4

Связь минерализации дренажно-коллекторных вод Зеравшанского бассейна с температурой воздуха и осадками

Table 4

The relationship between the mineralization of drainage and collector waters of the Zarafshan basin and air temperature and precipitation

Т/р	Вилоятлар	Корреляция коэффициенти қиймати		
		Ҳаво ҳарорати, °С (ёзги)	Ҳаво ҳарорати, °С (қишки)	Ёғингарчилик, мм
1	Самарқанд	-0,171	0,089	0,431
2	Навоий	-0,821	-0,299	0,485

Хулоса. Тадқиқот натижаларига асосланиб қуйидаги хулоса ва таклифларни берамиз.

1. Зарафшон дарёси сувининг минераллашув даражаси йиллар кесимида дарё оқими бўйлаб 3,9 баробардан 6,5 баробаргача ортиб борган. Дарё сувига суғориладиган майдонларда ҳосил бўлган коллектор-зовур сувлари таркибидаги тузлар, ишлаб чиқариш корхоналарининг оқова сувлари тушиши ҳисобига ортган.

2. Зарафшон дарёси суви минераллашуви ва ёғингарчилик миқдори таъсири орасида ўзаро боғлиқлик кузатилмаган (6-пунктдан ташқари, $R^2=0,13$, кучсиз боғлиқлик).

3. Дарё оқими бўйлаб оғир металллар миқдорининг ортиб бориши кузатилган. Мис миқдори дарё оқими узунлиги бўйлаб ўртача 1,3 баробардан 1,35 баробаргача, рух 1,2 баробардан 4,7 баробаргача, хром (VI) 1,1 баробардан 8 баробаргача ортган.

4. Коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражаси Зарафшон дарёси хавзаси ўрта оқимидан қуйи оқими томон ортиб борган. Дарё суви оқимининг ўрта қисмидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражаси ўртача 3,85-4,43 баробарга кам бўлган.

5. Самарқанд вилоятида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг минераллашуви Навоий вилоятидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашуви даражасидан кам бўлган. Навоий вилоятидаги тупроқнинг шўрланиш даражаси ва суғориш суви минераллашуви юқорилиги сабабли коллектор-зовур сувларининг минераллашуви юқори бўлган.

6. Зарафшон дарёси сувининг ифлосланишини олдини олиш учун қишлоқ хўжалигида ишлатилаётган минерал ўғитларнинг меъёрдан ортиқча ишлатилишини олдини олиш, қишлоқ хўжалиги экинларига минерал ўғитларни томчилаб суғориш технологиялари орқали берилишини таъминлаш, саноат корхоналаридан чиқаётган оқова

сувларнинг етарли даражада тозаланишини назорат қилиш ҳамда мунтазам мониторинг қилиб боришни талаб этилади.

Муаллифлар хиссаси. **Х.Л. Гапоров:** мақола ғояси, раҳбарлик, натижалар таҳлили. **Р.А. Қулматов:** маълумотлар базасини шакллантириш, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилигини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Бабурин В.Л., Данъшин А.И., Кириллов П.Л., Матякубов Б.Ш. Оценка достоверности долгосрочного прогнозирования социально-экономического развития бассейна Сырдарьи // *Ўзбекистон География жамияти ахбороти*, 2019, 55-жилд. – Б. 105-112.

Жўраев Б.Б., Ходжиев А.К., Хурсандова Н.Р. Иқлим ўзгаришининг Орол бўйи ҳавзасига таъсири, Зарафшон дарёси ҳавзасида сув тақчиллиги муаммоси. / “Иқлим ўзгариши шароитида арид худудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари” Мавзуида ташкил этилган халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент, 2023 йил 20 октябрь. – Б. 101-105.

Зияев Р.Р. Зарафшон ҳавзаси дарёлари сув режими фазаларининг иқлим ўзгариши шароитидаги силжишлари. Геогр. фан. ф. д. дисс. автореферати. – Тошкент, 2021. – 46 б.

Нишонов Б.Э., Абдиева М.Ш. Зарафшон дарёси суви сифатининг антропоген таъсир натижасида узгаришлари // *Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинг*. №2. 2021. – Б. 59-75.

Хайдаров С.А. Зарафшон ҳавзаси дарёлари сув ресурсларининг шаклланишига иқлимий омилларнинг таъсирини баҳолаш. Геогр. фан. ф. д. (PhD) дисс. автореферати. – Тошкент, 2018. – 48 б.

Хайитов Ё.Қ. Зарафшон воҳаси қайтарма-оқова сувларини шаклланиши, уларни тозалаш ва иккиламчи фойдаланиш. Геогр. фан. д. (DSc) диссертация автореферати. – Тошкент, 2017. – 68 б.

Хикматов Ф.Х., Хайдаров С.А., Ярашев Қ.С., Ширинбоев Д.Н., Зияев Р.Р., Эрлапасов Н.Б., Ганиев Ш.Р. Зарафшон дарёси ҳавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари. – Тошкент: Фан ва технология, 2016. – 276 б.

Хикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Эрлапасов Н.Б. и др. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. – Ташкент: «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2020. – 232 с.

Хикматов Ф.Х., Хайдаров С.А., Хикматов Б.Ф., Зияев Р.Р., Эрлапасов Н.Б. Иқлим ўзгариши шароитида Зарафшон ҳавзаси дарёлари гидрологик режими ва сув ресурслари. / “Zamonaviy geografik tadqiqotlarda integratsiya: muammolar va yechimlar” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 2024 yil 11-12 oktyabr. – Б. 4-7.

Чембарисов Э.И., Махмудов И.Э., Лесник Т.Ю., Вахидов Ю.С., Дюлдудко А.И. Минерализация и гидрохимический режим вод среднего течения реки Сырдарьи / Материалы конференции “Пути повышения эффективности орошаемого земледелия”, № 2(62) 2016. – С. 35-42.

Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Шодиев С.Р., Лесник А.П. Особенности распределения минерализации и химического состава грунтовых вод орошаемой зоны Сурхан-Шерабадского оазиса. / Материалы конференции “Пути повышения эффективности орошаемого земледелия”, № 4(64), 2016. – С. 144-150.

Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Рахимова М.Н., Шодиев С.Р. Многолетние изменения качества речных вод Узбекистана. Природные ресурсы, среда и общество // *Науки о Земле и смежные экологические науки*, 2020. – С. 55-58.

Ганиев Ш.Р. Ўрта Зарафшон ҳавзаси дарёларининг гидрологик режими, сув ресурслари ва улардан самарали фойдаланиш. Геогр. фан. ф. д. дисс. автореферати. – Тошкент, 2022. – 45 б.

Artikova F.Y., Juraeva G.O. Zarafshon suvlarining tozalanuvchanligi haqida / “Zamonaviy geografik tadqiqotlarda integratsiya: muammolar va yechimlar” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 2024 yil 11-12 oktyabr. – Б. 69-72.

Artikova F.Y., Saidova D.A., Ishniyazova F.A. Daryolar havzasining gidrometeorologik monitoringi haqidada. / “Иқлим ўзгариши ва унинг атроф-муҳитга таъсири: муаммолари ва уларнинг ечими” халқаро илмий-амалий конференция материаллари. 2024 йил 28 октябрь. – Б. 194-197.

Bernauer T., Siegfried T. Climate change and international water conflict in Central Asia // Journal of Peace Research, 2012, 49(1). – PP. 227–239. <https://doi.org/10.1177/0022343311425843>

Gaybullaev B., Chen S., Gaybullaev D. Changes in water volume of the Aral Sea after 1960 // Appl. Water Sci., 2012, 2, – PP. 285–291. <https://doi.org/10.1007/s13201-012-0048-z>

Kulmatov R. Problems of sustainable use and management of water and land resources in Uzbekistan // J. Water Resour. Prot., 2014, 6. – PP. 35–42. <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2014.61006>

Oliver O., Matthias G., Kai W., Melanie B. Identification of the effective water availability from streamflows in the Zerafshan river basin, Central Asia 2010 // Journal of Hydrology, 2010, 390:190-197. DOI:10.1016/j.jhydrol.2010.06.042

Punkari M., Droogers P., Immerzeel W., Korhonen N., Lutz A. and Venäläinen A. Climate Change and Sustainable Water Management in Central Asia // FCG International., No. 56, May 2014.

Siegfried T., Bernauer T., Guiennet R., Sellars S., Robertson A.W., Mankin J., Bauer-Gottwein P., Yakovlev A. Will climate change exacerbate water stress in Central Asia // Clim. Chang., 2012, 112. – PP. 881–899. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0253-z>

UNDP, 2006. UNDP Project Proposal for the Zarafshan Valley Initiative, 2006–2008. [http://www.undp.tj/files/project_profiles/CP/3%20DFID_Zaravshan%20Valley_Proposal%20\(8Mar06\).doc](http://www.undp.tj/files/project_profiles/CP/3%20DFID_Zaravshan%20Valley_Proposal%20(8Mar06).doc) >(accessed 24.04.09)

G'aniyev Sh.R., Xudoyorova Sh.Sh., Nabiyev D.Z., Muhidinova Sh.H. Daryo oqimning yillararo tebranishi (Oqdaryo va Qarag'achsoy misolida) / “Иқлим ўзгариши ва унинг атроф-муҳитга таъсири: муаммолари ва уларнинг ечими” халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент, 28 октябрь 2024 йил. – Б. 170-173.

Shirinboyev D.N., Nurliboyev X.X., Toshpo'latov Ch. Zarafshon daryosi oqimining ko'p yillik rejimi va uning iqlimiy omillarga bog'liqligi / “Иқлим ўзгариши ва унинг атроф-муҳитга таъсири: муаммолари ва уларнинг ечими” халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент, 2024 йил 28 октябрь. – Б. 173-176.

Shoergashova Sh.Sh. Iqlim o'zgarishi sharoitida Zarafshon daryosi suv sifati shakllanishiga antropogen azot birikmalarining ta'siri. Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2018. – 56 б.

Cai X., McKinney D.C., Rosegrant M.W. Sustainability analysis for irrigation water management in the Aral Sea region // Agric. Syst., 2003, 76, – PP. 1043–1066. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00028-8)

Xaydarov S.A., Xudoyarova Sh.Sh. Zarafshon daryosi tabiiy o'zanlarini turli sun'iy yo'ldoshlar yordamida o'rganish imkoniyatlari / “Иқлим ўзгариши ва унинг атроф-муҳитга таъсири: муаммолари ва уларнинг ечими” халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент, 2024 йил 28 октябрь. – Б. 302-305.

Электрон ресурс:

CHRS RainSphere – An integrated system for global satellite precipitation data and information. URL: <http://rainsphere.eng.uci.edu/>

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕКИ ЗЕРАВШАН В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (ТЕРРИТОРИЯ УЗБЕКИСТАНА)

Х.Л. ГАППОРОВ¹, Р.А. КУЛМАТОВ²

¹ Самостоятельный исследователь, 91271@mail.ru

² Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, rashidkulmatov46@gmail.com

Аннотация. В статье изучены количество и качество водных ресурсов на территории Узбекистана реки Зеравшан, количество тяжелых металлов в речной воде, минерализация и количество коллекторно-сточных вод, образующихся на этой территории, а также основные факторы, вызывающие загрязнение речной воды. По результатам многолетних исследований установлено, что уровень минерализации воды увеличился в верхней и нижней частях реки Зеравшан на территории Узбекистана от 3,9 до 6,5 раз. Тяжелые металлы Cu, Zn, Cr (VI), в зависимости от верхнего и нижнего течения реки содержание Cu в среднем увеличивается в 1,3–1,35 раза, содержание Zn – в 1,2–4,7 раза, содержание Cr (VI) – в 1,1–8 раз. Среднегодовой объем коллекторно-дренажных вод колебался от 2787 млн м³ до 3418 млн м³, а содержание солей в них колебалось от 2914 тыс. тонн до 4808 тыс. тонн в среднем за год. Среднегодовое значение минерализации коллекторно-дренажных вод, формируемых в бассейне реки Зеравшан, составило в Самаркандской области 0,79 г/л, в Навоийской области – 2,9 г/л. Изучена зависимость минерализации коллекторно-дренажных вод бассейна реки от температуры воздуха и осадков.

Ключевые слова: река Зеравшан, тяжелые металлы, коллекторно-дренажные воды, минерализация, качественные изменения, количественные изменения, оценка.

ASSESSMENT OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE INDICATORS OF WATER RESOURCES OF THE ZERAUVSHAN RIVER IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE (TERRITORY OF UZBEKISTAN)

Kh.L. GAPPOROV¹, R.A. KULMATOV²

¹ Independent researcher, 91271@mail.ru

² National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, rashidkulmatov46@gmail.com

Abstract. The article studies the quantity and quality of water resources in the territory of Uzbekistan, the Zarafshan River, the amount of heavy metals in river water, mineralization and the amount of collector-wastewater generated in this territory, as well as the main factors causing pollution of river water. According to the results of long-term studies, it was found that the level of water mineralization increased in the upper and lower parts of the Zarafshan River in Uzbekistan from 3.9 to 6.5 times. Heavy metals Cu, Zn, Cr (VI), depending on the upper and lower reaches of the river, the amount of Cu on average increases by 1.3-1.35 times, the amount of Zn - by 1.2-4.7 times, the amount of Cr (VI) - by 1.1-8 times. The average annual volume of collector-drainage waters varied from 2787 million m³ to 3418 million m³, and the salt content in them varied from 2914 thousand tons to 4808 thousand tons on average per year. The average annual mineralization of collector-flow waters formed in the Zarafshan River basin was 0.79 g / l in the Samarkand region, and 2.9 g / l in the Navoi region. The dependence of the mineralization of river waters and waters of the collector-aquifers of the basin on air temperature and precipitation was studied.

Keywords: Zarafshan River, heavy metals, collector-drainage waters, mineralization, qualitative changes, quantitative changes, assessment.

REFERENCES

- Artikova F.Y., Juraeva G.O.* Zarafshon suvlarining tozalanuvchanligi haqida [About the purification of Zarafshan waters] / “Zamonaviy geografik tadqiqotlarda integratsiya: muammolar va yechimlar” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 11-12-oktyabr, 2024-yil. – B. 69-72. (in Uzbek)
- Artikova F.Y., Saidova D.A., Ishniyazova F.A.* Daryolar havzasining gidrometeorologik monitoringi haqidada [On Hydrometeorological monitoring of the river basin] / “Iqlim o’zgarishi va uning atrof-muhitga tasiri: muammolari va ularning yechimi” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent, 2024 yil 28 oktyabr. – B. 194-197. (in Uzbek)
- Baburin V.L., Danshin A.I., Kirillov P.L., Matyakubov B.Sh.* Otsenka dostovernosti dolgosrochnogo prognozirovaniya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya basseyna Sirdari [Assessment of the reliability of long-term forecasting of the socio-economic development of the Syrdarya basin] // Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti, 2019, 55-jild. – B. 105-112. (in Russian)
- Chembarisov E.I., Maxmudov I.E., Lesnik T.Yu., Vaxidov Yu.S., Dolidudko A.I.* Mineralizatsiya i gidroximicheskij rejim vod srednego techeniya reki Sirdari [Mineralization and hydrochemical regime of the waters of the middle reaches of the Syrdarya river] / Materiali konferensii “Puti povisheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya”, № 2(62)/2016. – S. 35-42 (in Russian)
- Chembarisov E.I., Xojamuratova R.T., Shodiev S.R., Lesnik A.P.* Osobennosti raspredeleniya mineralizatsii i ximicheskogo sostava gruntovix vod oroshaemoy zoni Surxan-Sherabadskogo oazisa [Features of the distribution of mineralization and chemical composition of groundwater in the irrigated zone of the Surkhan-Sherabad oasis] / Materiali konferensii “Puti povisheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya”, № 4(64)/2016. – S. 144-150. (in Russian)
- Chembarisov E.I., Xojamuratova R.T., Raximova M.N., Shodiev S.R.* Mnogoletnie izmeneniya kachestva rechnix vod Uzbekistana [Long-term changes in the quality of river waters in Uzbekistan] // Prirodnie resursi, sreda i obshestvo. «Nauki o Zemle i smejnje ekologicheskie nauki», 2020 – S. 55-58. (in Russian)
- Ganiyev Sh.R., Xudoyorova Sh.Sh., Nabiye D.Z., Muhidinova Sh.H.* Daryo oqimning yillararo tebranishi (Oqdaryo va Qaragachsoy misolida) [The river is an inter-year oscillation of the current (on the example of Oqdarya and Karagachsoy)] / “Iqlim o’zgarishi va uning atrof-muhitga tasiri: muammolari va ularning yechimi” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Toshkent 28 oktyabr 2024 yil. – B. 170-173. (in Uzbek)
- Ganiyev Sh.R.* Orta Zarafshon havzasi daryolarining gidrologik rejimi, suv resurslari va ulardan samarali foydalanish [Hydrological regime of rivers of the Orta Zarafshan basin, water resources and their effective use]. Geogr. fan. f. d. diss. avtoreferati. – Toshkent, 2022. – 45 b. (in Uzbek)
- Joraev B.B., Xodjiev A.K., Xursandova N.R.* Iqlim ozgarishining Orol boyi havzasiga tasiri, Zarafshon daryosi havzasida suv taqchilligi muammosi [The impact of climate change on the island buoy Basin, a water deficit problem in the Zarafshan river basin] / “Iqlim ozgarishi sharoitida arid hududlar suv resurslari: muammolar va ularning yechimlari” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent, 2023 yil 20 oktyabr. – B.101-105 (in Uzbek)
- Nishonov B.E., Abdieva M.Sh.* Zarafshon daryosi suvi sifatining antropogen tasir natijasida uzgarishlari [Changes in the quality of the Zarafshan river water as a result of anthropogenic impact] // Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi. №2. 2021. – B. 59-75 (in Uzbek)
- Shirinboyev D.N., Nurliboyev X.X., Toshpolatov Ch.* Zarafshon daryosi oqimining kop yillik rejimi va uning iqlimiy omillarga bogliqligi [The kop annual regime of the flow of the Zarafshan river and its dependence on climatic factors] / “Iqlim ozgarishi va uning atrof-muhitga tasiri: muammolari va ularning yechimi” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent, 2024 yil 28 oktyabr. – B.173-176. (in Uzbek)
- Shoergashova Sh.Sh.* Iqlim ozgarishi sharoitida Zarafshon daryosi suv sifati shakllanishiga antropogen azot birikmalarining tasiri [The influence of anthropogenic nitrogen compounds on the formation of water quality of the Zarafshan River in the conditions of climate change]. Tex. fan. f. d. diss. avtoreferati. – Toshkent, 2018. – 56 b. (in Uzbek)

Xaydarov S.A. Zarafshon havzasi daryolari suv resurslarining shakllanishiga iqlimiy omillarning ta'sirini baholash [Assessment of the influence of climatic factors on the formation of water resources of the Zarafshan basin rivers]. Geogr. fan. f. d. diss. avtoreferati. – Toshkent, 2018. – 48 b. (in Uzbek)

Xayitov Y.Q. Zarafshon vohasi qaytarma-oqova suvlarini shakllanishi, ularni tozalash va ikkilamchi foydalanish [Zarafshan Oasis is the formation of backwater, their purification and secondary use]. Geogr. fan. d. diss. avtoreferati. – Toshkent, 2017. – 68 b. (in Uzbek)

Xikmatov F.X., Yunusov G.X., Erlapasov N.B. i dr. Zakonomernosti formirovaniya vodnix resursov gornix rek v usloviyax izmeneniya klimata [Patterns of formation of water resources of mountain rivers in the conditions of climate change]. – Tashkent: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2020. – 232 s. (in Russian)

Xikmatov F.X., Xaydarov S.A., Xikmatov B.F., Ziyaev R.R., Erlapasov N.B. Iqlim ozgarishi sharoitida Zarafshon havzasi daryolari gidrologik rejimi va suv resurslari [the hydrological regime of the rivers of the Zarafshan basin and water resources in the conditions of climate change] / “Zamonaviy geografik tadqiqotlarda integratsiya: muammolar va yechimlar” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 2024-yil 11-12 oktyabr. – B 4-7. (in Uzbek)

Xikmatov F.H., Haydarov S.A., Yarashev Q.S., Shirinboev D.N., Ziyaev R.R., Erlapasov N.B., Ganiev Sh.R. Zarafshon daryosi havzasining gidrometeorologik sharoiti va suv resurslari [Hydrometeorological conditions and water resources of the Zarafshan river basin]. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2016. – 276 b. (in Uzbek)

Ziyaev R.R. Zarafshon havzasi daryolari suv rejimi fazalarining iqlim ozgarishi sharoitidagi siljishlari [Zarafshan basin rivers are climate change shifts of water regime phases]. Geogr. fan. f. d. diss. avtoreferati. – Toshkent, 2021. – 46 b. (in Uzbek)

Xaydarov S.A., Xudoyarova Sh.Sh. Zarafshon daryosi tabiiy ozanlarini turli suniy yoldoshlar yordamida organish imkoniyatlari [Opportunities to explore the Zarafshan River natural deposits with the help of various artificial satellites] / “Iqlim o'zgarishi va uning atrof-muhitga tasiri: muammolari va ularning yechimi” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent, 2024 yil 28 oktyabr. – B. 302-305. (in Uzbek)

Electronic resource:

CHRS RainSphere – An integrated system for global satellite precipitation data and information.
URL: <http://rainsphere.eng.uci.edu/>

УДК: 556.18+556.114

АМУДАРЁ ВА СИРДАРЁ ГИДРОЛОГИК РЕЖИМИНИ XX АСРНИНГ ИККИНЧИ ЧОРАГИДАГИ СУВ ЎЛЧАШ МАЪЛУМОТЛАРИ АСОСИДА ЎРГАНИШ

А.З. УМАРОВ^{1*}, О.А. ҲАЙДАРОВА¹, Ф. ҲИКМАТОВ¹

¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, umarovalisher.392@gmail.com

Аннотация. Мақолада Амударё ва Сирдарё гидрологик режими XX асрнинг II чорагида амалга оширилган стационар гидрологик кузатиш маълумотлари асосида ўрганилган. Шу мақсадда Амударёнинг Керки ва Сирдарёнинг Бекобод гидрологик постлари маълумотларидан фойдаланилган. Танлаб олинган даврда ҳар икки дарё оқимининг йил давомида ойлар бўйича тақсимланиши ва йиллараро тебраниши хусусиятлари таҳлил қилинган ҳамда ўзгарувчанлиги статистик баҳоланган. Ҳисоб беи йилликлари учун олинган натижаларнинг таҳлиллари асосида дарёларда ўрганилган даврдаги экстремал сувли йиллар аниқланган.

¹ Масъул муаллиф: Умаров А.З. umarovalisher.392.@gmail.com +998901183080

Калит сўзлар: дарё, гидрологик пост, сув сарфи, бир маъноли қатор, йил давомида тақсимланиши, йиллараро тебраниши, экстремал сувли йиллар, баҳолаш.

Кириш. Ўрта Осиё давлатлари, жумладан, мамлакатимиз иқтисодиёти турли тармоқларининг сувга бўлган эҳтиёжи Амударё ва Сирдарё хавзалари дарёлари оқими ҳисобига қопланади. Амударё оқими асосан қўшни Тожикистон Республикаси ҳудудида ҳосил бўлса, Сирдарё сув ресурсларининг катта қисми қардош Қирғизистон Республикаси тоғларида шаклланади. Ҳар икки дарё гидрологик режими элементларини илк инструментал ўрганиш ишлари XIX асрнинг 2-ярмида ташкил этилган махсус экспедициялар мутахассислари томонидан амалга оширилган.

Ҳозирги кунда Амударёда сув ўлчаш ишлари, унинг узунлиги бўйича Тожикистон, Ўзбекистон ва Туркменистон республикалари ҳудудларида жойлашган гидрологик постларда амалга оширилади. Уларда тўпланган гидрологик маълумотлар Тожикистон Республикаси, мамлакатимизнинг Сурхондарё, Қашқадарё, Навоий, Бухоро, Хоразм вилоятлари, Қорақалпоғистон Республикаси ҳамда қўшни Туркменистон Республикаси иқтисодиёти турли тармоқларининг сув билан таъминлаш муаммолари ечимига хизмат қилади.

Худди шу каби, Сирдарёдаги сув ўлчаш постлари Ўзбекистон, қўшни республикалар – Тожикистон ва Қозоғистон ҳудудларида жойлашган. Уларнинг маълумотлари мамлакатимизнинг Андижон, Фарғона, Наманган, Жиззах, Сирдарё вилоятлари, Тожикистон ва Қозоғистон республикалари тегишли вилоятлари иқтисодиётининг сув истеъмолчилари ва ундан фойдаланувчи тармоқлари учун ўта муҳим ҳисобланади.

Бугунги кунда, глобал миқёсда кузатилаётган иқлим илиши жараёни натижасида, ҳар икки дарё сув ресурсларининг йилдан-йилга камайиб бориши кузатилмоқда. Шу билан бирга, қўшни Афғонистон ҳам 2023 йилнинг ноябрь ойидан бошлаб, Қўштепа канали орқали, Амударёдан катта миқдорда сув ола бошлади. Мазкур ҳолатлар келажакда Амударё ва Сирдарёнинг куйи оқимларида жойлашган Туркменистон, Ўзбекистон ҳамда Қозоғистоннинг жанубий вилоятларида сув танқислигининг йилдан-йилга янада кучайиб боришига сабаб бўлиши аниқ. Ушбу масалалар билан боғлиқ ҳолда, Амударё ва Сирдарё оқимига тегишли бўлган тарихий гидрологик маълумотларни тўплаш, уларни бирламчи қайта ишлаш, умумлаштириш, дарёларнинг XX асрнинг II чорагида, аниқроғи 1926-1950 йилларда кузатилган оқими миқдорларидаги ойлик ва йиллик ўзгаришларни таҳлил қилиш, ушбу миқдорларни ҳозирги ҳолат билан солиштириш, улардан тегишли илмий-амалий хулосалар чиқариш **долзарб** масалалардан бири ҳисобланади.

Муаммонинг ўрганилганлиги. Ўрта Осиёнинг бош дарёлари – Сирдарё ва Амударёнинг XIX асрнинг иккинчи ярми, XX асрнинг биринчи ярми ва ундан кейинги даврлардаги гидрологик режимини тадқиқ этишнинг умумий назарий ва услубий масалалари А.К.Проскуряков [Проскуряков, 1953], Г.В.Лопатин [Лопатин, 1957], М.М.Рогов [Рогов, 1968], В.Л.Шульц ва Л.И.Шалатова [Шульц, Шалатова, 1975], И.А.Шикломанов [Шикломанов, 1989] каби олимларнинг тадқиқотларида ёритилган. Кейинчалик, яъни ўтган XX асрнинг охириги чораги ва XXI асрнинг бошларида Орол хавзаси, жумладан, Амударё ва Сирдарё сув ресурсларини баҳолашга оид тадқиқотлар А.А.Рафиқов [Рафиқов, 1981], В.Е.Чуб [Чуб, 2000, 2007], Ф.Э.Рубинова [Рубинова, 2005], Е.Курбанбаев [Курбанбаев, 2011] каби тадқиқотчилар томонидан амалга оширилган. Ҳозирги кунда мазкур йўналишдаги тадқиқотларни Ф.Ҳ.Ҳикматов [Ҳикматов, 2008, 2020], В.А.Рафиқов [Рафиқов, 2009], Э.И.Чембарисов [Чембарисов, 2016], А.К.Курбаниязов [Курбаниязов, 2017], Р.Т.Хожамуратова [Хожамуратова, 2020], Б.Е.Аденбаев [Аденбаев, 2020, 2021] ва бошқалар давом эттирмоқдалар. Қайд этиш лозимки, юқорида номлари тилга олинган барча олимларнинг тадқиқотларида Амударё ва Сирдарё оқими миқдорларини, XX асрнинг

II чораги, яъни 1926-1950 йиллардаги сув ўлчаш ишлари маълумотларига таянган ҳолда, баҳолаш масалалари алоҳида тадқиқот объекти сифатида кўриб чиқилмаган.

Мазкур тадқиқотнинг асосий **мақсади** Амударё ва Сирдарё гидрологик режимини XX асрнинг II чорагида бажарилган стационар гидрологик кузатишлар маълумотлари асосида ўрганиш ва қиёсий баҳолашга қаратилган. Ушбу мақсадни амалга ошириш учун тадқиқотда қуйидаги **вазифалар** белгилаб олинди ва ўз ечимини топди: 1) Амударёнинг Керки ҳамда Сирдарёнинг Бекобод гидрологик постларида 1926-1955 йилларда бажарилган сув ўлчаш ишлари маълумотларини тўплаш; 2) тўпланган гидрологик маълумотларни таҳлил қилиш, сув сарфлари кузатишларидаги узилишларни аниқлаш ва тиклаш ҳамда уларни бир маъноли қаторларга келтириш учун анолог дарёни аниқлаш; 3) ишда белгиланган ҳисоб даври учун хос бўлган характерли сувли йилларни аниқлаш, улар оқими миқдорларининг йиллараро тебраниши ва йил давомида ойлар бўйича тақсимланишини баҳолаш.

Тадқиқот объекти ва предмети. Ишнинг **тадқиқот объектини** Амударёнинг Керки ҳамда Сирдарёнинг Бекобод гидрологик постларида кузатилган ўртача ойлик ва йиллик сув сарфлари маълумотлари ташкил этади. Ушбу гидрологик постларда амалга оширилган сув ўлчаш ишлари натижаларини таҳлил қилиш, сув сарфларининг ойлик ва йиллик миқдорий ўзгаришларини баҳолаш ҳамда улардан тегишли илмий-амалий хулосалар чиқариш масалалари тадқиқотнинг **предметини** белгилайди.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Ишни бажариш жараёнида Амударёнинг Керки ҳамда Сирдарёнинг Бекобод гидрологик постларида 1926-1955 йилларда кузатилган сув сарфи маълумотларидан фойдаланилди. Тадқиқотда географик таққослаш, гидрологик ўхшашлик, ўрганилаётган дарёлар сув сарфларидаги узилишларни тиклашда математик статистика усуллари, улар оқими миқдорларининг йиллараро ўзгарувчанлигини ҳамда йил давомида тақсимланишини баҳолашда эса замонавий гидрологик ҳисоблашлар усуллари қўлланилди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Олдинги тадқиқотимизда Амударё ва Сирдарё оқими миқдорларини уларда XX асрнинг I чораги, яъни 1901-1925 йилларда амалга оширилган илк стационар гидрологик кузатиш маълумотлари асосида баҳолаш масалалари кўриб чиқилган эди [Умаров, Ҳикматов, 2024]. Мазкур тадқиқот ишининг мақсадидан келиб чиқилган бўлса, дастлаб Керки ва Бекобод гидрологик постларида ишда белгилаб олинган ҳисоб даврида аниқланган узилишларни тўлиқ тиклаш лозим бўлади. Шу мақсадда ҳар икки постларга тегишли бўлган сув сарфи маълумотлари таҳлил қилинди. Натижада Сирдарёнинг Бекобод гидропостида сув сарфини ўлчаш ишларининг 1926-1955 йиллар оралиғида анча сифатли бажарилганлиги аниқланди. Бироқ, 1948 йилга келиб, Сирдарё ўзанида Фарход ГЭСнинг қурилиши бошланди. Бунинг оқибатида, яъни антропоген омил таъсирида дарёнинг сув режими элементлари сезиларли даражада ўзгарди. Мазкур, 1948-1955 йиллардаги сув сарфи маълумотлари тикланиб, бир маъноли қаторга келтирилди. Бунинг учун Деривация канали ва Бекобод гидропостларида кузатилган сув сарфлари маълумотларининг йиғиндиси аниқланиб, ҳисоблаш ишлари давом эттирилди.

Амударёнинг Керки гидрологик постида сув сарфларини кузатиш ишлари 16 йил, яъни 1926-1932, 1935-1937 ва 1953-1955 йиллар давомида маълум узилишлар билан олиб борилган. Жумладан, 1933 йилнинг дастлабки 2 ойида (январь-февраль) кузатишлар амалга оширилмаган, сўнг март-ноябрь ойларида давом эттирилган ва декабрга келиб, яна тўхтатилган. Шунингдек, 1934 йилда 7 ой (январь-февраль, июнь-сентябрь, декабрь), 1952 йилда 6 ой (январь-июнь) давомида сув сарфлари ўлчанмаган. Айниқса, 1938-1951 йилларда, яъни 14 йил давомида сув ўлчаш ишларида тўлиқ узилишлар мавжуд (1-жадвал).

1-жадвал

Керки ва Бекобод гидрологик постларида 1926-1955 йиллар давомида бажарилган сув ўлчаш ишлари ҳақида маълумот

Таблица 1

Сведения о водомерных работах, выполненных на гидрологических постах Керки и Бекабад в 1926-1955 гг.

Table 1

Information on water measurement works carried out at the Kerki and Bekabad hydrological posts in 1926-1955

Гидрологик постлар	Сув сарфлари ўлчанган йиллар ва ойлар
Керки	1926-1932 (I-XII), 1933 (III-XI), 1934 (III-V, X-XI), 1935-1937 (I-XII), 1952 (VII-XII), 1953-1955 (I-XII)
Бекобод	1926-1928 (I-XII), 1929 (III- XII), 1930 (III-XII), 1931 (II-XII), 1932 (I-XII), 1933 (III-XII), 1934-1955 (I-XII)

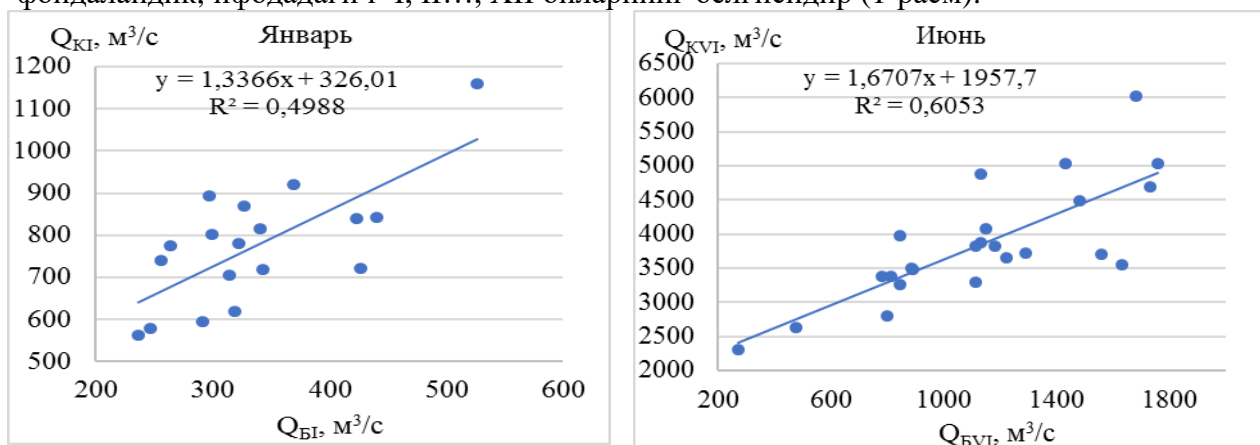
Изоҳ: Керки ва Бекобод гидрологик постларида 1938-1951 йиллар учун сув сарфи маълумотлари йўқ.

Примечание: отсутствуют данные о расходах воды за 1938-1951 гг по гидропостам Керки и Бекабад.

Note: There are no data on water consumption for 1938-1951 in Kerki and Bekabad hydroposts.

Амударёнинг Керки гидрологик постидан фаркли равишда, Сирдарёнинг Бекобод гидропостида сув сарфини ўлчаш ишлари 1910-1955 йиллар оралиғида, юқорида таъкидлаганимиздек, анча сифатли бажарилган. Мазкур пост кузатувларида биз кўриб чиқаётган ҳисоб даврида, фақатгина 1929-1930 йилларда январь–февраль, 1931 йилда февраль, 1933 йилда ҳам январь–февраль ойларидагина узилишлар мавжудлиги аниқланди (1-жадвал). Ушбу ижобий ҳолат Амударёнинг Керки гидрологик постида бажарилган сув сарфларини ўлчаш ишларидаги узилишларни тиклашда Сирдарёнинг Бекобод гидропости маълумотларидан аналог сифатида фойдаланиш имкониятини яратди.

Амударёнинг Керки постида ўлчанган ўртача ойлик сув сарфларидаги узилишлар мазкур пост (Q_{KI}) ва Бекобод (Q_{BI}) постлари орасидаги боғланишлар асосида тикланди. Хусусан, Керки постидаги ойлик сув сарфларини тиклашда $\bar{Q}_{KI}=f(\bar{Q}_{BI})$ боғланишлардан фойдаландик, ифодадаги $i=I, II, \dots, XII$ ойларнинг белгисидир (1-расм).



1-расм. Амударё (Керки) ва Сирдарё (Бекобод) дарёлари ўртача ойлик сув сарфларининг боғланиш графиклари

Рис. 1. Графики связи средних месячных расходов воды рек Амударья (Керки) и Сырдарья (Бекабад)

Fig. 1. Graphs of the relationship between the average monthly water flow rates of the Amu Darya (Kerki) and Syr Darya (Bekabad) rivers

Юқоридаги графикларда келтирилганидек, Керки ва Бекобод гидропостларида ўлчанган ўртача ойлик сув сарфлари орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари январь ойи учун $r=0,706\pm 0,080$ га, июнда $r=0,778\pm 0,055$ га тенг бўлди. Ушбу боғланишлар зичлигининг статистик кўрсаткичи, яъни жуфт корреляция коэффициентлари ва уларнинг хатоликлари барча ойлар учун аниқланди. Ҳисоблашлар компьютерда стандарт дастурлар асосида амалга оширилди ва боғланишларнинг регрессия тенгламалари тузилди (2-жадвал).

Жадвал маълумотларидан кўришиб турибдики, ўрганилаётган гидрологик постларда ўлчанган ўртача ойлик сув сарфлари орасидаги боғланишлар зичлигини ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентларининг энг каттаси март ойига тўғри келди ($0,808\pm 0,047$). Ушбу натижани ҳар икки дарё оқимининг ҳосил бўлишида бир хил омиллар – баҳорги ёғинлар ва қор қопламанинг эришидан ҳосил бўлган сувлар иштироки билан изоҳлаш мумкин.

Боғланишлар зичлигини ифодаловчи статистик кўрсаткичнинг энг кичик қиймати эса сентябрь ойига тегишли бўлди ($0,215\pm 0,131$). Маълумки, сентябрь Амударёда тўлинсув даврининг охириги ойи ҳисобланади, Сирдарё эса бу ойда межень даврига ўтади. Юқоридаги рақамнинг сабаби шу ҳолат бўлиши мумкин.

2-жадвал

Дарёлар ўртача ойлик сув сарфлари орасидаги боғланишларнинг регрессия тенгламалари ва уларнинг аниқлиги кўрсаткичлари

Таблица 2

Уравнения регрессии связей между средними месячными расходами воды рек и показатели их точности

Table 2

Regression equations of relationships between average monthly water discharges of rivers and indicators of their accuracy

Т.р.	Ойлар	n	Регрессия тенгламалари	$r \pm \sigma_r$
1	Январь	18	$Q_{KI} = 1,3366 Q_{BI} + 326,01$	$0,706 \div 0,080$
2	Февраль	19	$Q_{KII} = 0,8684 Q_{BII} + 458,45$	$0,565 \div 0,105$
3	Март	24	$Q_{KIII} = 1,9423 Q_{BIII} + 198,58$	$0,808 \div 0,047$
4	Апрель	23	$Q_{KIV} = 1,954 Q_{BIV} + 680,55$	$0,627 \div 0,085$
5	Май	23	$Q_{KV} = 1,5083 Q_{BV} + 1470,4$	$0,769 \div 0,057$
6	Июнь	23	$Q_{KVI} = 1,6707 Q_{BVI} + 1957,7$	$0,778 \div 0,055$
7	Июль	24	$Q_{KVII} = 1,6681 Q_{BVII} + 2862$	$0,548 \div 0,098$
8	Август	24	$Q_{KVIII} = 0,815 Q_{BVIII} + 3252,6$	$0,378 \div 0,118$
9	Сентябрь	24	$Q_{KIX} = 1,2066 Q_{BIX} + 1826,6$	$0,215 \div 0,131$
10	Октябрь	25	$Q_{KX} = 0,9772 Q_{BX} + 838,34$	$0,466 \div 0,105$
11	Ноябрь	26	$Q_{KXI} = 1,0214 Q_{BXI} + 557,5$	$0,548 \div 0,087$
12	Декабрь	22	$Q_{KXII} = 1,2501 Q_{BXII} + 407,01$	$0,668 \div 0,079$

Изоҳ: n – параллел кузатиш йиллари сони; $r \pm \sigma_r$ – корреляция коэффициентлари ва унинг хатолиги.

Примечание: n – число лет параллельных наблюдений; $r \pm \sigma_r$ – коэффициент корреляции и его ошибка.

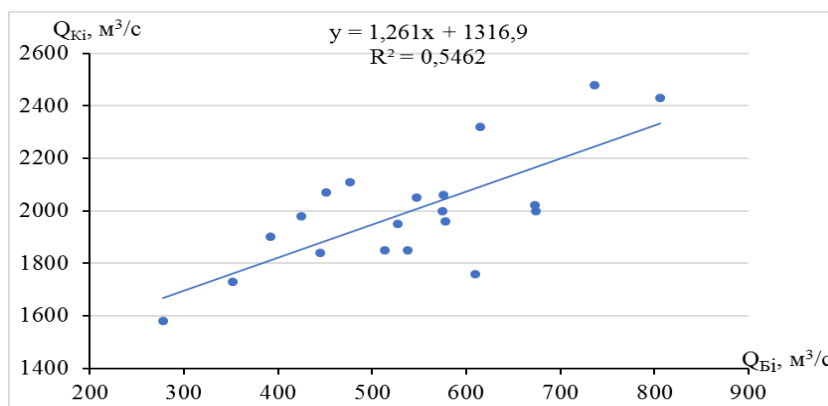
Note: n – number of years of parallel observations; $r \pm \sigma_r$ – correlation coefficient and its error.

Таъкидлаш лозимки, жуфт корреляция коэффициентларининг қийматлари 12 та ойнинг март ойида $r > 0,800$, январь, май-июнь ойларида $0,700 < r < 0,800$, апрель, декабрь ойларида $0,600 < r < 0,700$, февраль, июль, ноябрь ойларида $0,500 < r < 0,600$, яна учта ойда эса $0,300 < r < 0,400$ шартларини бажарди. Таҳлиллар натижаларига кўра, жуфт корреляция

коэффициентларининг энг катта қийматлари дарёларда тўлинсув даври ойларига тўғри келганлигини кўрсатди. Ижобий натижалар ($r > 0,500$) олинган ойларга тегишли бўлган боғланишларнинг регрессия тенгламалари ёрдамида Керки постида ойлик сув сарфларини ўлчаш ишларидаги узилишлар тикланди. Юқоридаги 2-жадвалда келтирилган боғланишларнинг регрессия тенгламалари ёрдамида дастлаб ўртача ойлик, сўнг, уларнинг қийматлари асосида, ўртача йиллик сув сарфлари тикланди.

Шунингдек, тадқиқотимизда Амударёнинг Керки гидрологик постидаги узилишларни тиклашда 2-усул ҳам қўлланилди. Шу мақсадда Керки ва Бекобод гидрологик постларида ўлчанган ўртача йиллик сув сарфлари маълумотлари асосида тузилган, $\bar{Q}_{Ки} = f(\bar{Q}_{Би})$ кўринишдаги боғланиш ҳам таҳлил қилинди (2-расм).

Ҳисоблашларнинг натижаларига кўра, мазкур боғланиш зичлигини ифодаловчи жуфт корреляция коэффициенти $r \pm \sigma_r = 0,738 \pm 0,072$ қийматга тенг бўлди. Ушбу боғланишнинг регрессия тенгламаси асосида Амударёнинг Керки гидрологик постида 1-усулда тикланган ойлик сув сарфлари асосида ҳисобланган ўртача йиллик сув сарфларининг аниқлиги баҳоланди. Шунингдек, мазкур тенглама ҳар икки постлардаги ўртача йиллик сув сарфларида мавжуд бўлган узилишларни бевосита, тўғридан-тўғри тиклаш имкониятини яратди. Ҳар икки усулда ҳисобланган сув сарфлари (Q_1 ва Q_2) ўзаро солиштирилди, уларнинг фарқлар абсолют (m^3/c) ва нисбий қийматларда аниқланди (3-жадвал).



2-расм. Амударё (Керки) ва Сирдарё (Бекобод) дарёлари ўртача йиллик сув сарфларининг боғланиш графиги

Рис. 2. График связи средних годовых расходов воды рек Амударья (Керки) и Сырдарья (Бекабад)

Fig. 2. Graph of the relationship between the average annual water flow rates of the Amu Darya (Kerki) and Syr Darya (Bekabad) rivers

Ҳар икки усулда тикланган сув сарфларини солиштириш жадвалининг маълумотларидан кўриниб турибдики, мусбат қийматдаги максимал хатоликларнинг энг юқорилари 1933 йил 6% ни, 1934 йил 7% ни ташкил этган. Мусбат минимал хатоликлар эса 1941-1942, 1945 ва 1949 йилларда кузатилган бўлиб, уларнинг қийматлари 1% га тенг бўлган. Манфий қийматдаги хатоликлар 1944 йил -3% га, 1947 йилда -4% га тенг бўлди. Таъкидлаш лозимки, манфий ҳамда мусбат қийматларнинг йиғиндиси -3 га тенг бўлди. Кейинги ҳисоблашларда ҳар икки усулда аниқланган сув сарфларининг ўртача қийматлари (\bar{Q}) олинган.

3-жадвал

Амударёнинг Керки гидрологик постидаги узилишларни тиклаш усуллари
аниқлигини солиштириш

Таблица 3

Сравнение точности методов восстановления пропусков на гидрологическом посту
Керки реки Амударья

Table 3

Comparison of the accuracy of methods for restoring gaps at the Kerki hydrological post of
the Amu Darya river

Т.р.	Йиллар	Амударёнинг тикланган сув сарфлари, м ³ /с		ΔQ		Q̄, м ³ /с
		Q ₁	Q ₂	м ³ /с	%	
1	1933	1980	1853	127	6	1917
2	1934	2413	2244	169	7	2329
3	1938	1760	1791	-31	-2	1776
4	1939	1767	1794	-27	-2	1781
5	1940	1786	1804	-18	-1	1795
6	1941	1962	1952	10	1	1957
7	1942	2119	2089	30	1	2104
8	1943	1953	1965	-12	-1	1959
9	1944	1811	1857	-46	-3	1834
10	1945	2097	2076	21	1	2087
11	1946	2023	2048	-25	-1	2036
12	1947	1807	1876	-69	-4	1842
13	1948	1985	2008	-23	-1	1997
14	1949	2095	2077	18	1	2086
15	1950	1878	1923	-45	-2	1901
16	1951	1918	1965	-47	-2	1942
17	1952	2308	2353	-45	-2	2331

Изоҳ: Q₁ ва Q₂ – мос равишда 1 ва 2 - усулда тикланган ўртача йиллик сув сарфлари; Q̄ – ҳар икки усулда аниқланган сув сарфларининг ўртачаси

Примечание: Q₁ и Q₂ – восстановленные средние годовые расходы воды, соответственно по 1 и 2 методами; Q̄ – средний расход воды, определенный обоими методами

Note: Q₁ and Q₂ – reconstructed average annual water discharge, corresponding to methods 1 and 2; Q̄ – average water discharge, determined by both methods

Натижада Керки ва Бекобод гидропостларида 1926-1960 йилларни қамраб олган ўлчанган ва тикланган сув сарфлари бир маъноли қаторларга келтирилди. Ушбу маълумотлар асосида ўртача йиллик сув сарфлари беш йиллик ҳисоб даврлари учун аниқланди (4-жадвал).

Юқоридаги жадвал маълумотлари таҳлил қилиниб, ажратилган беш йиллик ҳисоб даврларининг сувлилик даражаси аниқланди. Шу мақсадда Керки ва Бекобод гидрологик постларида кузатилган ўртача беш йиллик сув сарфлари асосида, уларнинг оқим ҳажмлари ҳисобланди (3-расм).

Диаграммадан кўриниб турибдики, ўрганилган дарёларда 1926-1955 йилларни қамраб олган ҳисоб даврининг охириги беш йиллигида ҳар икки дарёда ҳам оқим ҳажми энг катта қийматда кузатилган. Мазкур беш йилликда ўртача йиллик оқим ҳажми Амударё (Керки)да 69 км³, Сирдарё (Бекобод) да эса 22 км³ га тенг бўлган. Ҳисоб даврининг учинчи беш йиллиги, яъни 1936-1940 йилларга тегишли бўлган беш йиллик эса энг кам сувлиги билан ажралиб туради. Мазкур 5 йилликда ўртача йиллик оқим ҳажми Амударё (Керки)да 57,7 км³, Сирдарё (Бекобод)да эса 14,8 км³ га тенг бўлган (3-расм).

4-жадвал

Амударё (Керки) ва Сирдарё (Бекобод) дарёлари ойлик ва йиллик сув сарфларининг ўртача беш йиллик миқдорлари, м³/с

Таблица 4

Величины средних месячных и годовых расходов воды рек Амударья и Сырдарья, вычисленные по пятилетним периодам, м³/с

Table 4

Average monthly and annual water discharges of the Amudarya and Syrdarya rivers, calculated for five-year periods, м³/sek

Ойлар	Ҳисоб 5 йилликлари						Ўртача йиллик
	1926-1930	1931-1935	1936-1940	1941-1945	1946-1950	1951-1955	
I	$\frac{792^*}{298}$	$\frac{791}{298}$	$\frac{705}{300}$	$\frac{801}{355}$	$\frac{874}{410}$	$\frac{907}{434}$	$\frac{812}{354}$
II	$\frac{747}{298}$	$\frac{788}{363}$	$\frac{697}{285}$	$\frac{750}{336}$	$\frac{810}{405}$	$\frac{825}{424}$	$\frac{769}{352}$
III	$\frac{887}{339}$	$\frac{932}{380}$	$\frac{774}{316}$	$\frac{934}{379}$	$\frac{1008}{417}$	$\frac{1141}{491}$	$\frac{946}{387}$
IV	$\frac{1786}{448}$	$\frac{1624}{457}$	$\frac{1361}{423}$	$\frac{1737}{540}$	$\frac{1615}{478}$	$\frac{1824}{662}$	$\frac{1658}{502}$
V	$\frac{2856}{1029}$	$\frac{2614}{779}$	$\frac{2700}{897}$	$\frac{2849}{914}$	$\frac{2678}{801}$	$\frac{3043}{1055}$	$\frac{2790}{868}$
VI	$\frac{3656}{761}$	$\frac{4086}{1396}$	$\frac{3551}{967}$	$\frac{3811}{1109}$	$\frac{3486}{915}$	$\frac{4397}{1455}$	$\frac{3831}{1145}$
VII	$\frac{4294}{936}$	$\frac{4550}{1017}$	$\frac{3966}{655}$	$\frac{4202}{804}$	$\frac{4219}{841}$	$\frac{4549}{1030}$	$\frac{4302}{880}$
VIII	$\frac{3812}{578}$	$\frac{3760}{635}$	$\frac{3328}{452}$	$\frac{3627}{459}$	$\frac{3675}{518}$	$\frac{3862}{717}$	$\frac{3677}{560}$
IX	$\frac{2328}{379}$	$\frac{2253}{411}$	$\frac{2045}{322}$	$\frac{2221}{327}$	$\frac{2246}{348}$	$\frac{2185}{452}$	$\frac{2213}{373}$
X	$\frac{1144}{352}$	$\frac{1250}{376}$	$\frac{1125}{327}$	$\frac{1174}{343}$	$\frac{1214}{384}$	$\frac{1275}{512}$	$\frac{1197}{382}$
XI	$\frac{882}{345}$	$\frac{1039}{373}$	$\frac{919}{366}$	$\frac{982}{415}$	$\frac{1018}{451}$	$\frac{1067}{575}$	$\frac{984}{421}$
XII	$\frac{817}{323}$	$\frac{863}{358}$	$\frac{792}{335}$	$\frac{912}{404}$	$\frac{913}{405}$	$\frac{1023}{524}$	$\frac{887}{391}$
Ўртача	$\frac{2000}{507}$	$\frac{2085}{572}$	$\frac{1831}{470}$	$\frac{2000}{532}$	$\frac{1980}{531}$	$\frac{2189}{698}$	$\frac{2014}{552}$

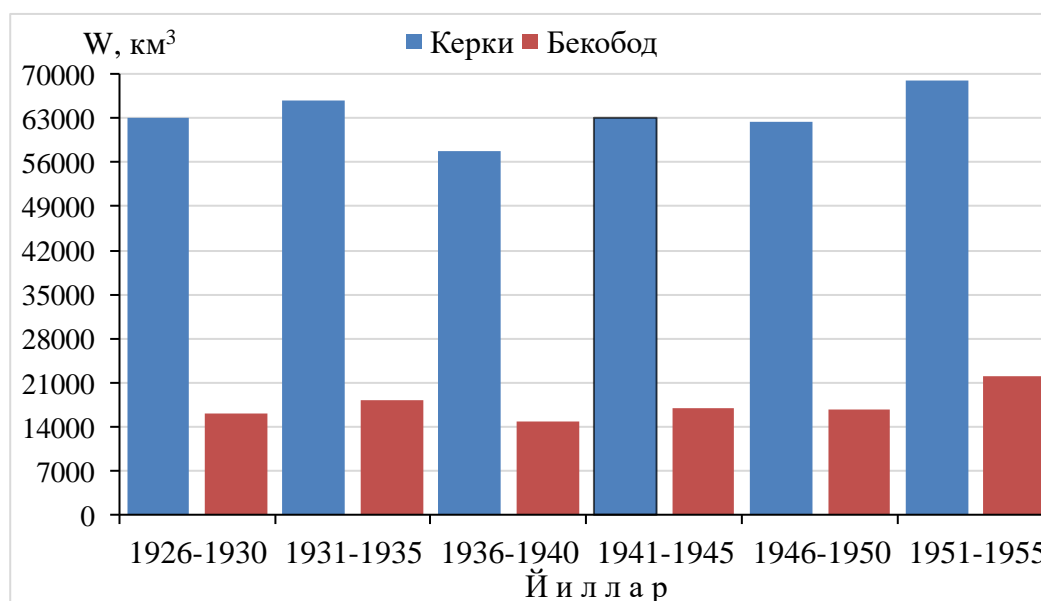
Изоҳ: * суратида – Амударё, махражида – Сирдарё.

Примечание: * в числителе – Амударья, в знаменателе – Сырдарья.

Note: * in the numerator is the Amudarya, in the denominator is the Syrdarya.

Ҳар икки дарёда ойлик ва йиллик кузатишлардаги узилишлар тикланиб, бир маъноли қаторларга келтирилган ўртача йиллик сув сарфларининг йиллараро тебранишлари ўрганилди. Таҳлиллар натижасида Амударё ва Сирдарёда ХХ асрнинг II чорагига хос бўлган характерли сувли йиллар аниқланди (4-расм).

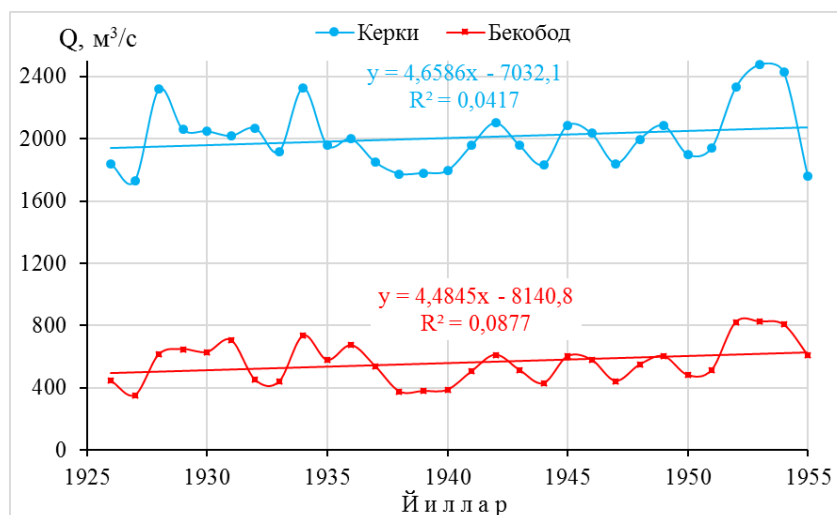
Таҳлиллар натижаларига кўра, Амударёнинг Керки гидрологик постида, ўртача йиллик сув сарфларининг максимал қиймати 1953 йилда кузатилган ва унинг миқдори 2480 м³/с га, минимал қиймати эса 1927 йилда кузатилиб, 1730 м³/с га тенг бўлган. Амударёнинг ҳисоб давридаги ўртача кўп йиллик сув сарфи 2007 м³/с ни ташкил этган. Бу қиймат 1936 йилда кузатилган оқим миқдорига яқиндир. Таъкидлаш лозимки, ушбу характерли сувли йиллар Сирдарёнинг Бекобод гидрологик постида қайд этилган кўп сувли ҳамда кам сувли йилларга мос келди. Сирдарёда кўп сувли 1953 йилда сув сарфи 825 м³/с га, кам сувли 1927 йилда эса 352 м³/с га тенг бўлди, ўртача кўп йиллик сув сарфи 561 м³/с га тенг бўлиб, бу қиймат 1935 йилдаги сув сарфи миқдорига яқиндир.



3-расм. Керки ва Бекобод гидропостларида ўлчанган ўртача беш йиллик оқим ҳажмларининг ўзгаришлари

Рис. 3. Изменения средних по пятилетним расчетным периодам объемов стока, измеренных на гидропостах Керки и Бекабад

Fig. 3. Changes in average runoff volumes measured at Kerki and Bekabad hydroposts for five-year calculation periods



4-расм. Амударё (Керки) ва Сирдарё (Бекобод) дарёлари ўртача йиллик сув сарфларининг йиллараро тебраниши

Рис. 4. Многолетние колебания средних годовых расходов воды рек Амударья (Керки) и Сырдарья (Бекабад)

Fig. 4. Long-term fluctuations in the average annual water flow of the Amularya (Kerki) and Syrdarya (Bekabad) rivers

Амударё (Керки) ва Сирдарё (Бекобод)да ҳисоб даври, яъни 1926-1955 йилларда ўлчанган ва улардаги узилишлар стандарт дастурлар асосида тикланган ўртача йиллик сув сарфларининг тренд тенгламалари тузилди ва уларнинг ўзгарувчанлик коэффициентлари ҳисобланди (5-жадвал).

Жадвалда келтирилганидек, Амударёда ўзгарувчанлик коэффициенти сув сарфларининг кузатилган (қисқа қатор) маълумотлар асосида $C_v=0,11$ га, тикланган (узайтирилган қатор) маълумотлари асосида $C_v=0,07$ га тенг бўлди. Сирдарёда кузатилган маълумотлар асосида ўзгарувчанлик коэффициенти $C_v=0,23$ га тикланган маълумотлари асосида эса $C_v=0,18$ ни ташкил этди.

Маълумки, кўпгина амалий гидрологик масалаларни ҳал этишда дарёлар оқимининг йил давомида ойлар, сув режимининг фазалари ва фасллар бўйича тақсимланишига эҳтиёж сезилади. Шу ҳолатни ҳисобга олиб, ҳар икки дарёнинг ҳисоб даври учун аниқланган ўртача кўп йиллик оқими миқдорларининг йил давомида ойлар бўйича тақсимланиши ҳисобланди ва олинган натижалар графикларда ифодаланди (5-расм).

5-жадвал

Дарёлар ўртача йиллик сув сарфларининг тренд тенгламалари ва ўзгарувчанлик коэффициентлари

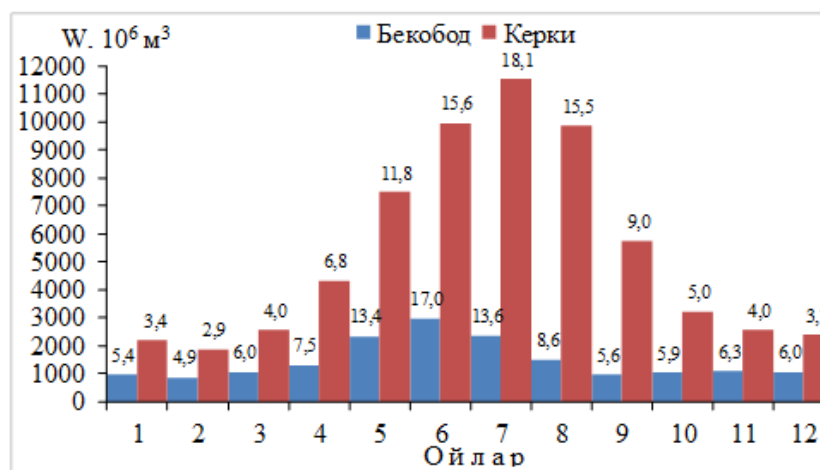
Таблица 5

Уравнения тренда и коэффициенты вариации средних годовых расходов воды рек

Table 5

Trend equations and coefficients of variation of average annual river water discharges

Дарё-пост	Тренд тенгламалари	C_v	
		Кузатилган	Тикланган
Амударё – Керки	$y = 4,6589x - 7032,1$	0,11	0,07
Сирдарё – Бекобод	$y = 4,4845x - 8140,8$	0,23	0,18



5-расм. Дарёлар ўртача кўп йиллик оқими миқдорларининг йил давомида ойлар бўйича тақсимланиши

Рис. 5. Внутригодовое распределение среднего многолетнего годового стока рек по месяцам

Fig. 5. Intra-annual distribution of average long-term annual river runoff by months

Диаграммада акс этиб турганидек, Керки гидропостида ойлик оқим ҳажмининг энг катта қиймати (18,1%) июль ойига, унинг энг кичик қийматлари эса (2,9-4%) межень даври, яъни январь, февраль, март, ноябрь ва декабрь ойларига тўғри келган. Бекобод гидропостида ойлик оқим ҳажмларининг энг катта қиймати (17%) июнь ойида, Амударёга нисбатан бир ой олдин кузатилган. Мазкур дарё оқимининг энг кичик қийматлари (4,9-6%), Амударёдаги каби кузги – қишки – баҳорги межень даврларига, яъни январь-март, октябрь-декабрь ойларига тўғри келган. Умуман олганда, Керки ва Бекобод гидропостларида май-сентябрь ойлари оқим ҳажмларининг катталиги билан ажралиб туради. Шунингдек, ҳар икки дарёда ҳам ушбу ойлардаги оқим миқдорларининг ўртача кўп қийматлари, йиллик оқимга нисбатан, Амударёда 76,8% ни, Сирдарёда эса 64,8% ни ташкил этган.

Бажарилган тадқиқот натижаларини умумлаштирган ҳолда, **хулоса** сифатида қуйидагиларни қайд этиш мумкин.

1. Амударёнинг Керки ва Сирдарёнинг Бекобод гидрологик постларида кузатилган сув сарфлари маълумотлари тўпланди, улар бирламчи қайта ишланиб, умумлаштирилди, маълумотлар базаси яратилди. Керки гидрологик постида 1926-1955 йиллардаги сув сарфларини кузатишларда аниқланган узилишлар тикланди. Шу мақсадда Бекобод гидрологик постида ўлчанган ўртача ойлик ва йиллик сув сарфлари маълумотларидан аналог сифатида фойдаланилди.

2. Керки ва Бекобод гидрологик постларида кузатилган ўртача ойлик ва йиллик сув сарфлари орасидаги боғланишлар статистик баҳоланиб, уларнинг регрессия тенгламалари тузилди. Ўртача ойлик сув сарфлари орасидаги боғланишлар тенгламалари зичлигини ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентларининг қийматлари $r \pm \sigma_r = 0,215 \pm 0,131 \div 0,808 \pm 0,047$ оралиқда ўзгарди. Ўртача йиллик сув сарфлари орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициенти $0,738 \pm 0,072$ га тенг бўлди.

3. Ҳисоб даври – XX асрнинг II чораги, аниқроғи 1926-1955 йиллардаги ўртача йиллик сув сарфларининг йиллараро тебранишлари таҳлил қилинди, характерли сувли йиллар аниқланди. Амударёда ўртача йиллик сув сарфларининг максимал қиймати 1953 йилда ($2480 \text{ м}^3/\text{с}$), минимал қиймати эса 1927 йилда ($1730 \text{ м}^3/\text{с}$) кузатилган. Ҳисоб давридаги ўртача кўп йиллик сув сарфи $2019 \text{ м}^3/\text{с}$ ни ташкил этган.

4. Керки ва Бекобод гидрологик постларида кузатилган ўртача кўп йиллик оқим миқдорининг йил давомида ойлар бўйича тақсимланиши ҳисобланди. Керки гидропостида ойлик оқим ҳажмининг энг катта қиймати (18,1%) июль ойига, унинг энг кичик қиймати эса (2,9%) февраль ойига тўғри келди. Бекобод гидропостида ойлик оқим миқдорларининг энг катта қиймати (17%) июнь ойида кузатилган бўлса, энг кичик қиймати (4,9%) февраль ойида қайд этилди. Шунингдек, ҳар икки дарёда ҳам вегетация (апрель-сентябрь) давридаги оқим ҳажмларининг қийматлари, йиллик оқимга нисбатан, Амударёда 76,8%, Сирдарёда эса 64,8% ни ташкил этди.

5. Тадқиқот натижалари келажакда Амударёнинг юқори (Керки) ҳамда қуйи оқимидаги, хусусан, Туямўйин, Чатли (Саманбой) ва Қизилжар гидропостларида амалга оширилган сув ўлчаш ишлари маълумотлари билан солиштириш имконини беради. Уларнинг таҳлиллари натижалари эса Амударё тарихий гидрологик режими ва оқим миқдорлари ҳақида янада аниқ илмий ва амалий хулосалар чиқаришга замин яратади.

Миннатдорлик. Муаллифлар мақолани нашрга тайёрлаш жараёнида билдирган таклифлари, илмий маслаҳатлари учун г.ф.д. Ғ.Х.Юнусовга ўз миннатдорчилигини билдирадилар.

Муаллифлар ҳиссаси. **Ф. Ҳикматов:** мақола ғояси, методология, тадқиқот объектини танлаш, натижалар таҳлили, хулосалар. **А.З. Умаров:** мақола ғояси,

ҳисоблашлар, натижаларни умумлаштириш ва таҳлил қилиш, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **О.А. Хайдарова** ҳисоблашлар, натижалар таҳлили, илмий хулосалар, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган матни билан танишдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Аденбаев Б.Е. Современный гидрологический режим и водообеспеченность низовьев реки Амударья. Автореф. Дисс... докт. геогр. наука. – Ташкент, 2020. – 72 с.

Аденбаев Б.Е., Умаров А.З. Об изменении стока реки Амударья под влиянием хозяйственной деятельности / “Фарғона водийсида табиатдан фойдаланиш ва муҳофаза қилишнинг долзарб муаммолари” республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Наманган, 2013. – Б. 109–110.

Аденбаев Б.Е., Хикматов Ф.Х. Оценка современного гидрологического режима и водообеспеченности низовьев реки Амударья. Монография. – Ташкент “INFO CAPITAL BOOKS”, 2021. – 176 с.

Курбанбаев Е.К., Артыков О., Курбанбаев С.Е. Аральское море и водохозяйственная политика в республиках Центральной Азии. – Нукус: Каракалпакстан», 2011. – 127 с.

Курбаниязов А.К. Эволюция ландшафтов обсохшего дна Аральского моря. Монография. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 148 с.

Лопатин Г.В. Материалы по гидрологии дельты Амударья // Труды лаборатории озераведения, том. 4. – М. – Л. 1957. – С. 192-268.

Очерки развития гидрометеорологии в Средней Азии. – С-Пб.: Гидрометеиздат, 1993. – 440 с.

Проскуряков А.К. Водный баланс реки Амударья на участке от г.Керки до г.Нукуса. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 89 с.

Рафиқов А.А., Тетюхин Г.Ф. Снижения уровня Аральского моря и изменения природных условий низовьев Амударья. Монография. – Ташкент: Фан, 1981. – 200 с.

Рафиқов В.А. Антропогенные факторы прогнозирования изменения геосистем Приаралья / Наука Каракалпакстана: вчера, сегодня, завтра: Материалы республиканской научно-практической конференции. – Нукус, 2009. – С.74-76.

Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. – Ташкент: НИГМИ Узгидромет, 2005. – 185 с.

Рогов М.М., Ходкин С.С., Ревина С.К. Гидрология устьевой области Амударья. Монография. – М.: Гидрометеиздат, 1968. – 268 с.

Хикматов Ф.Х., Аденбаев Б.Е., Ибраев Р.А. Динамика поступления речных вод в дельту реки Амударья // Известия географического общества Узбекистана, том 31. – Т., 2008. – С. 57-59.

Хожамуратова Р.Т. Комплексная оценка влияния мелиорации на гидроэкологическое состояние водных ресурсов Республики Каракалпакстан и пути их уменьшения. Автореф. дисс ... докт. геогр. наук. – Ташкент, 2020. – 72 с.

Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на засоление и загрязнение агроландшафтов (на примере бассейна р. Амударья). Монография. – Нукус: Каракалпакстан, 2016. – 187 с.

Чуб В.Е. Многолетние характеристики компонентов водных ресурсов зоны формирования стока Средней Азии и их изменения. – В кн.: Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. – Ташкент: Университет, 2000. – С. 3-19.

Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Монография. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 335 с.

Шульц В.Л., Шалатова Л.И., Лукина Н.К., Видинеева Е.М. Гидрологическая характеристика верхней части бассейна Амударья. Монография. – Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1975. – 123 с.

Умаров А.З., Хайдарова О.А. Куйи Амударёда бажарилган гидрологик кузатишлар ва уларда қайд этилган оқим микдорлари таҳлили // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 64-жилд. 2024. – Б. 99-109.

**ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК АМУДАРЬЯ И СЫРДАРЬЯ
НА ОСНОВЕ ВОДОМЕРНЫХ ДАННЫХ ВТОРОЙ ЧЕТВЕРТИ XX ВЕКА****А.З. УМАРОВ¹, О.А. ХАЙДАРОВА¹, Ф. ХИКМАТОВ¹**¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, umarovalisher.392@gmail.com

***Аннотация.** В статье изучен гидрологический режим рек Амударья и Сырдарья на основе данных стационарных гидрологических наблюдений, проведенных во второй четверти XX века. Для этой цели были использованы данные гидрологических постов Керки на р. Амударья и Бекабад на р. Сырдарья. За выбранный период произведен анализ особенностей месячного внутригодового распределения и стока рек по месяцам и их межгодовых колебаний, стока обеих рек в течение года, а также статистически оценена их изменчивость. Выявлены экстремальные по водности годы на основе анализа полученных результатов по пятилетним расчетным периодам.*

***Ключевые слова:** река, гидрологический пост, расход воды, однородный ряд, внутригодовое распределение, межгодовые колебания, экстремальные по водности годы, оценка.*

**STUDY OF THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE AMUDARYA AND
SYRDARYA RIVERS BASED ON WATER MEASUREMENT DATA OF THE SECOND
QUARTER OF THE 20TH CENTURY****A.Z. UMAROV¹, O.A. KHAYDAROVA¹, F. KHIKMATOV¹**¹ National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, umarovalisher.392@gmail.com

***Аннотация.** The article studies the hydrological regime of the Amu Darya and Syr Darya rivers based on stationary hydrological observations conducted in the second quarter of the 20th century. For this purpose, data from the Kerki hydrological posts on the Amu Darya river and Bekabad on the Syr Darya river were used. For the selected period, an analysis was made of the features of the monthly intra-annual distribution and flow of the rivers by month and their interannual fluctuations, the flow of both rivers during the year, and their variability was statistically assessed. Extreme years in terms of water content were identified based on an analysis of the results obtained for five-year calculation periods.*

***Key words:** river, hydrological station, water flow, homogeneous series, intra-annual distribution, interannual fluctuations, extreme years in terms of water content, assessment.*

REFERENCES

Adenbaev B.E. Sovremennyy gidrologicheskiy rejim i vodobespechennost nizovyev reki Amudari [Current hydrological regime and water supply of the lower reaches of the Amu Darya river]. Avtoref ... doc. geog. nauk. – Tashkent, 2020. – 72 s. (in Russian)

Adenbaev B.E., Umarov A.Z. Ob izmenenii stoka reki Amudari pod vliyaniem hozyyastvennoy deyatelnosti [On changes in the flow of the Amu Darya River under the influence of economic activity] / Fargona vodiysida tabiatdan foydalanish va muhofaza qilishning dolzarb muammolari respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari toplami – Namangan, 2013. – B.109-110. (in Russian)

Adenbaev B.E., Khikmatov F.Kh. Otsenka sovremennogo gidrologicheskogo rejima i vodobespechennosti nizovev reki Amudari [Assessment of the modern hydrological regime and water availability of the lower reaches of the Amudarya. Monograph]. – Tashkent “INFO CAPITAL BOOKS”, 2021. – 176 s. (in Russian)

Kurbanbaev E.K., Artykov O., Kurbanbaev S.E. Aralskoe more i vodoxozyaystvennaya politika v respublikax Sentralnoy Azii [The Aral Sea and water policy in the Central Asian republics]. – Nukus: “Karakalpakstan”, 2011. – 127 s. (in Russian)

Kurbaniyazov A.K. Evolyutsiya landshaftov obsoxshego dna Aralskogo morya. Monograph. [Evolution of landscapes of the dried bottom of the Aral Sea: monograph.] – M.: Izdatelskiy dom Akademii Yestestvoznaniya, 2017. – 148 s. (in Russian)

Lopatin G.V. Materiali po gidrologii delti Amudari [Materials on the hydrology of the Amu Darya delta] // Trudi laboratorii ozerovedeniya, tom. 4. – M. L., 1957. – S. 192-268. (in Russian)

Essays on the Development of Hydrometeorology in Central Asia. – SPB.: Gidrometeoizdat, 1993. – 440 p. (in Russian)

Proskuryakov A.K. Vodniy balans reki Amudari na uchastke ot g. Kerki do g. Nukusa [Water balance of the Amudarya River in the area from Kerki to Nukus]. – L.: Gidrometeoizdat, 1953. – 89 s. (in Russian)

Rafikov A.A., Tetyuxin G.F. Snijeniya urovnya Aralskogo morya i izmeneniya, prirodnix usloviy nizovev Amudari [Lowering the level of the Aral Sea and changing the natural conditions of the lower reaches of the Amudarya Monograph]. – Tashkent: Fan, 1981. – 200 s. (in Russian)

Rafikov V.A. Antropogennie faktori prognozirovaniya izmeneniya geosistem Priaralya [Anthropogenic factors for predicting changes in geosystems of the Aral Sea region] / Nauka Karakalpakstana: vchera, segodnya, zavtra: Materiali respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Nukus, 2009. – S.74-76. (in Russian)

Rubinova F.E., Ivanov Yu.N. Kachestvo vodi rek basseyna Aralskogo morya i ego izmeneniye pod vliyaniyem xozyaystvennoy deyatelnosti [Water quality of rivers in the Aral Sea basin and its changes under the influence of economic activities] – Tashkent: NIGMI Uzhydromet, 2005. – 185 s. (in Russian)

Rogov M.M., Khodkin S.S., Revina S.K. Gidrologiya ustevoy oblasti Amudari [Hydrology of the mouth area of the Amudarya. Monograph]. – M.: Gidrometeoizdat, 1968. – 268 s. (in Russian)

Khikmatov F.Kh., Adenbaev B.E., Ibraev R.A. Dinamika postupleniya rechnix vod v deltu reki Amudari [Dynamics of river water inflow into the Amudarya River delta] // Izvestiya Geograficheskogo obshchestva Uzbekistana, Tom 31 – T, 2008. – S. 57-59. (in Russian)

Xojamuratova R.T. Kompleksnaya otsenka vliyaniya melioratsii na gidroekologicheskoye sostoyaniye vodnix resursov Respubliki Karakalpakstan i puti ix umensheniya [Comprehensive assessment of the impact of reclamation on the hydroecological state of water resources of the Republic of Karakalpakstan and ways to reduce them]. Avtoref. ... diss. doc. geog. nauk. – Tashkent, 2020. – 72 s. (in Russian)

Chembarisov E.I., Nasrulin A.B., Lesnik T.Yu., Khozhamuratova R.T. Genezis, formirovaniye i rejim poverxnostnix vod Uzbekistana i ix vliyaniye na zasoleniye i zagryazneniye agrolandshaftov na primere basseyna r. Amudari [Genesis, formation and regime of surface waters in Uzbekistan and their impact on salinization and pollution of agricultural landscapes (using the example of the Amudarya River basin). Monograph]. – Nukus: Karakalpakstan, 2016. – 187 s. (in Russian)

Chub V.Ye. Mnogoletniye xarakteristiki komponentov vodnix resursov zoni formirovaniya stoka Sredney Azii i ix izmeneniya [Long-term characteristics of the components of water resources in the runoff formation zone of Central Asia and their changes]. – V kn.: Vodnie resursi, problemi Arala i okrujayushaya sreda. – Tashkent: Universitet, 2000. – S. 3-19. (in Russian)

Shiklomanov I.A. Vliyaniye xozyaystvennoy deyatelnosti na rechnoy stok [Impact of economic activities on river flow Monograph]. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 335 s. (in Russian)

Shultz V.L., Shalatoval L.I., Lukina N.K., Vidineeva E.M. Gidrologicheskaya xarakteristika verxney chasti basseyna Amudari [Hydrological characteristics of the upper part of the Amudarya basin Monograph] – Tashkent, Izd-vo “Fan” UzSSR, 1975. – 123 s. (in Russian)

Umarov A.Z., Haydarova O.A. Quyi Amudaryoda bajarilgan gidrologik kuzatishlar va ularda qayd etilgan oqim miqdorlari tahlili [Analysis of the hydrological observations made in the Lower Amudarya and the flow rates recorded in them] // Annals of the Geographical Society of Uzbekistan. Vol. 64. 2024. – B. 99-109. (in Uzbek)

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ / МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ / ENVIRONMENTAL MONITORING

УДК: 626.812:628.515(571.11)

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ РЕКИ ЧИРЧИК

Т.А. АХМЕДОВА¹

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, t.akhmedova1962@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследования ретроспективы и современного состояния качества воды реки Чирчик. Приведены фактические данные о загрязнении и концентрации загрязняющих веществ, чаще всего превышающие предельно допустимые концентрации. Представлен анализ изучения пространственного распределения загрязняющих веществ (ЗВ) по длине реки, который позволяет выявить наиболее загрязненные участки, предположить возможные источники загрязнений и в дальнейшем их идентифицировать, а также предложить мероприятия по защите от загрязнения и очистке.

Ключевые слова: водные ресурсы, река, загрязнения, качество, антропогенный фактор, нефтепродукты, сточная вода, промышленность, коммунальное хозяйство.

Введение. Интенсивное антропогенное воздействие, которому подверглись последнее десятилетие буквально все объекты природной среды, в особой степени коснулось водоёмов и водотоков. Практически не осталось рек, озёр, ручьёв, которые в той или иной мере не подверглись бы антропогенному прессингу. Безвозвратное водопотребление привело к истощению водных ресурсов, а сброс коллекторно-дренажных и недостаточно очищенных сточных вод промышленности и коммунально-бытового хозяйства создали серьёзные трудности в обеспечении качественной питьевой водой населения, традиционно использующего поверхностные воды как источники водоснабжения.

Проблема рационального использования водных ресурсов и их охрана от загрязнения является одной из актуальных проблем современности. Особенно актуальна эта проблема для регионов с напряжённым водохозяйственным балансом, где развитие отрасли экономики может тормозиться не только количественным, но и качественным истощением водных ресурсов. К таким регионам относится бассейн реки Чирчик.

В связи с интенсивным использованием водных ресурсов бассейна р. Чирчик для различных целей и сброс в реку неочищенных или плохо очищенных сточных вод, качество как поверхностных так и подземных вод на протяжении длительного времени ухудшалось. На некоторых участках вода реки стала непригодной не только для рыбохозяйственного, предъявляющего более жесткие требования к качеству воды, но и для хозяйственно-питьевого водоснабжения [Ахмедова, Щетинников, 2017].

¹ Ответственный автор: t.akhmedova1962@gmail.com, +998 90-350-35-95

Объект исследования. Река Чирчик находится в северо-восточной части Республики Узбекистан и с притоками входит в бассейн реки Сырдарья и является ее главным правобережным притоком (рис. 1).

Площадь бассейна реки составляет 14900 км², длина 161 км [Рубинова, 1994]. Река протекает по территории с интенсивной хозяйственной деятельностью. Даже в зоне формирования стока имеются объекты, являющиеся источниками загрязнения. В среднем течение реки производится продукция машиностроения, горной, химической, текстильной и пищевой промышленности. В долине р. Чирчик находятся крупные города Газалкент, Ташкент, Чирчик, Янгиюль, Чиназ.

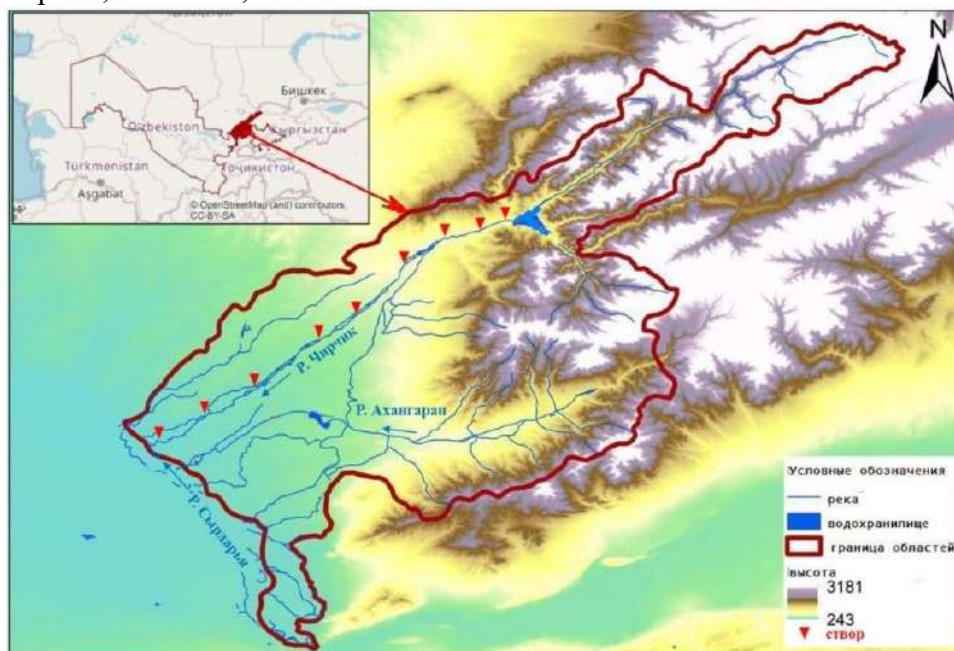


Рис. 1. Местоположение объекта исследования

Fig 1. Location of the study object

Общая площадь орошаемых земель в Ташкентской области составляет 399,2 тыс.га, это 9,15% от их общей площади в Республике Узбекистан. Основными сельскохозяйственными культурами являются хлопок, пшеница, овощи и бахчевые, имеются сады и виноградники. Значительное влияние на качества вод оказывают хозяйственно бытовые, промышленные сточные воды и стоки сельскохозяйственных предприятий. Именно эти факторы оказывают заметное влияние на характер загрязнения поверхностных вод.

Одним из значительных источников загрязнения вод реки Чирчик являются также сбросы коллекторно-дренажных вод с многочисленных орошаемых массивов Ташкентского вилоята. Коллекторов различной водности множество, на 24 крупнейших из них гидрогеологическая мелиоративная экспедиция Ташкентского вилоята ведет учет стока, определяет минерализацию воды и содержание в ней хлоридов. 9 коллекторов из 24-х сбрасывают воду в канал Карасу (левобережный) и один в канал Маргуненкова [Ахмедова, Видинеева, 2020]. Самый длинный – Каракамыш, самый многоводный – Ачисай, с годовым расходом воды 2,51 м³/сек. Максимум стока в коллекторах приходится обычно на осенне-зимний период, когда минерализация воды в них от 1,5 до 3,0 г/дм³ (рис. 2).

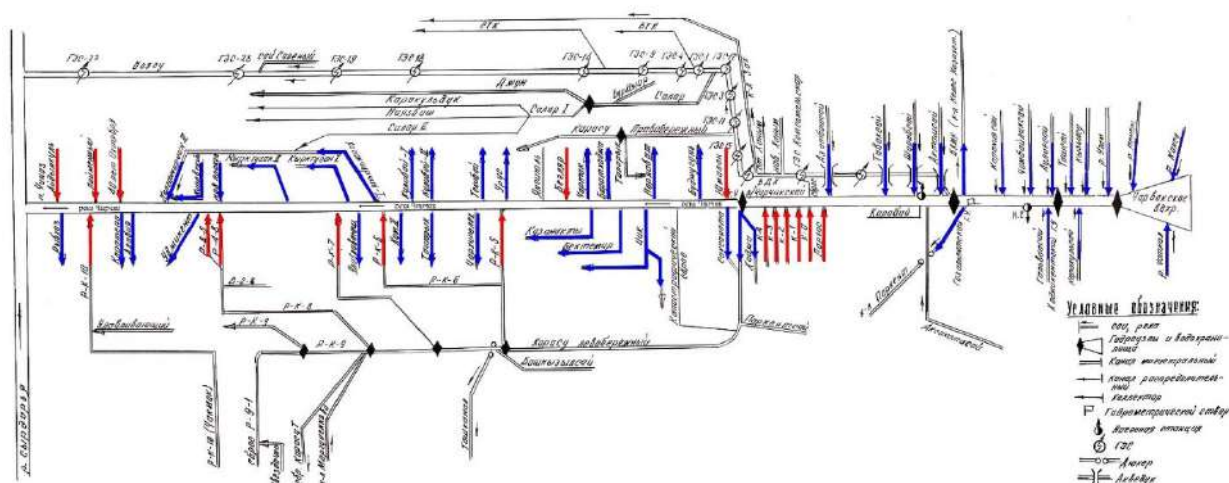


Рис. 2. Линейная схема реки Чирчик с притоками и водозаборами

Fig. 2. Linear diagram of the Chirchik River with tributaries and intakes

Орошаемые земли в Ташкентском вилояте в основном не засолены, поэтому имеющаяся сеть коллекторов вполне справляется с промывкой земель [Чембарисов, 2019].

Кроме множества коллекторов на территории Ташкентского вилоята, в городе Ташкенте также имеется сеть поверхностных коллекторов, крупнейший из которых Салар. До 2000 года он был каналом, а после реконструкции расход его упал с 10-15 до 1-1,5 м³/сек. Сейчас количество промпредприятий, сбрасывающих сточные воды в канал Салар, более 15, и на выходе из г.Ташкента расходы в нем увеличиваются до 2-2,5 м³/сек, то есть он стал коллектором. Оценка влияния коллекторов на химический и гидробиологический состав воды в реке Чирчик должна быть предметом специального исследования

Река Чирчик с гидрологической точки зрения относится наиболее изученным речным бассейнам Средней Азии [Щульц, 1965]. Постоянные комплексные наблюдения, проводимые Агентством гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет) и научно-исследовательскими институтами, позволили к настоящему времени получить достаточно подробную картину развития процессов, в том числе вызванных антропогенным воздействием.

Предмет исследования. Изучение пространственного (по длине реки) распределения загрязняющих веществ (ЗВ) представляет наибольший интерес, поскольку позволяет выявить наиболее загрязненные участки, предположить возможные источники загрязнений и в дальнейшем их идентифицировать, кроме того предложить мероприятия по защите их от загрязнения и очистке [Шилькрот, 2002].

На сегодняшний день гидрохимический режим и современное состояние качества поверхностных вод р. Чирчик оценивается по 9-ти пунктам наблюдений Узгидромета (рис. 1). Для исследования качества воды нами выбрано 6 основных створов на р.Чирчик от её верхнего течения до устья (рис. 3):

- 1) г. Газалкент – 0,3 км выше г. Газалкента;
- 2) г. Чирчик – 0,5 км ниже города, 3,0 км ниже сброса сточных вод АО “Максам-Чирчик”;
- 3) г. Ташкент – выше города;
- 4) г.Ташкент – в черте города, 3 км ниже сброса Сергелийской промзоны;

- 5) поселок Новомихайловка – 1,6 км ниже поселка;
- 6) г. Чиназ – 3,5 км от устья.

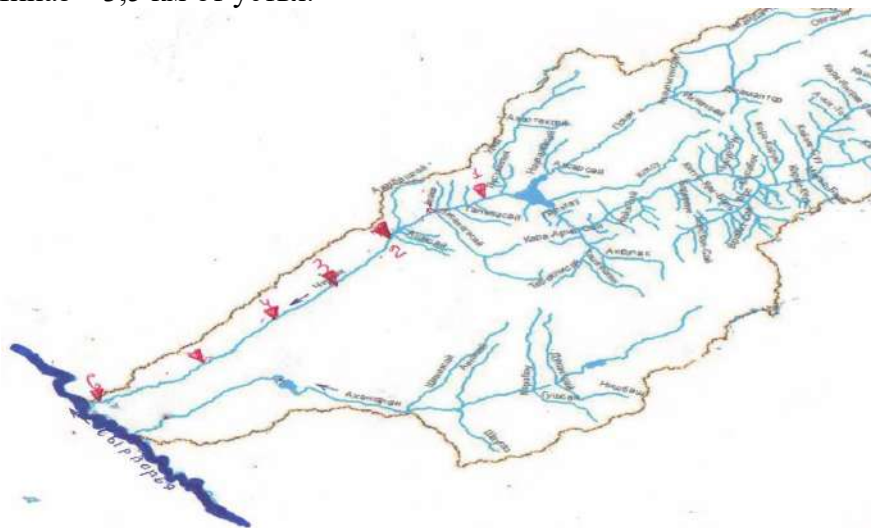


Рис. 3. Ситуационная схема реки Чирчик с указанием пунктов наблюдения за качеством воды

Fig. 3. Situational diagram of the Chirchik River with an indication of water quality monitoring points

Целью работы является изучение пространственного распределения загрязняющих веществ в воде р. Чирчик за последние 30 лет.

Материалы и методы. В работе использованы методы математической статистики, картографический метод, а также обобщенные методы оценки гидроэкологического состояния водного объекта.

Основные результаты и их обсуждения. Основываясь на результатах [Крутов, 1995; Караушев, 1987; Рубинова, 2005] и собственных проведенных исследованиях в качестве основных контролируемых показателей приняты ХПК (химическое потребление кислорода – интегральный показатель качества воды, характеризующий содержание трудно окисляемых органических веществ), БПК₅ (биологическое потребление кислорода в течении пяти суток – показатель, характеризующий содержание легко окисляемых органических веществ). Кроме того, изучались фактические концентрации нефтепродуктов, фенолов, из ионов тяжелых металлов – ионы меди, азотосодержащих загрязняющих веществ как индустриального, так и органического (нитраты, нитриты, аммиак) происхождения (табл. 1).

Одним из важных интегральных показателей, характеризующих состояние качества воды, является биологическое потребление кислорода (БПК). По величине этого показателя можно судить о наличии в воде легкоокисляемых органических веществ. Но на всем протяжении русла реки Чирчик показатели БПК и ХПК не превышают предельно-допустимую концентрацию (ПДК). На рис. 4 представлено распределение среднееголетних значений БПК и ХПК по длине р. Чирчик.

Можно с достаточной степенью уверенности говорить о сильном влиянии на качество поверхностных вод г. Чирчик и его промышленной зоны, а также территории г. Ташкент на увеличение величины БПК и ХПК. От места сброса сточных вод

АО “Максам-Чирчик” до створа “Новомихайловка” в реку поступает наибольшее количество легко окисляемых органических веществ.

Таблица 1

Основные контролируемые показатели воды

Table 1

Main controlled water indicators

№	Показатели	Норматив (ПДК)
1	ХПК	15 мг О/дм ³
2	БПК	3,0 мг О ₂ / дм ³
3	Нефтепродукты	0,05 мг/ дм ³
4	Фенол	0,001 мг/ дм ³
5	Медь	1,0 мкг/ дм ³
6	Азот аммонийный	0,39 мг/ дм ³
7	Азот нитратный	9,1 мг/ дм ³
8	Азот нитритный	0,02 мг/ дм ³

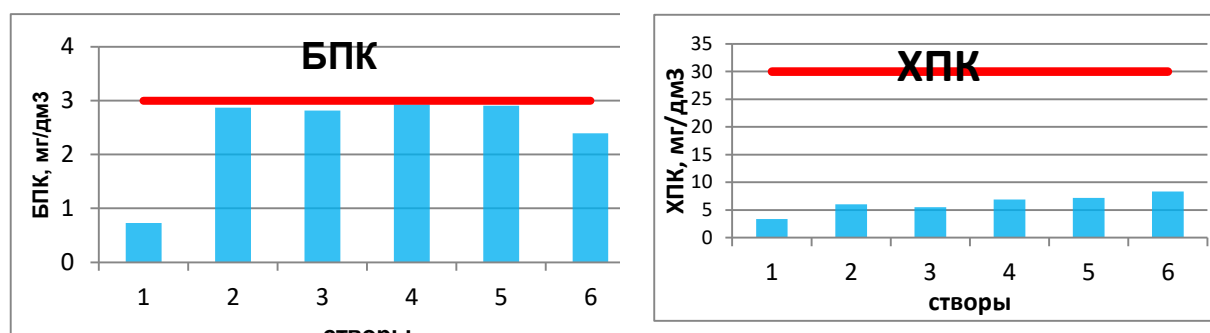


Рис. 4. Среднегодовое изменение концентрации БПК и ХПК по длине р. Чирчик
■ - концентрация ЗВ — - ПДК

Fig. 4. Average long-term change in the concentration of BOD and COD along the length of the Chirchik river

Более того, принимая во внимание особенности хозяйственной деятельности на этом участке реки можно предположить, что основными источниками загрязнения такими органическими веществами являются сельское и коммунально-бытовое хозяйство. Наибольший вклад в загрязнение реки легко окисляемыми органическими веществами на этом участке вносят именно эти две отрасли [Ахмедова, 2020].

Изменение концентраций нефтепродуктов по длине реки показывает, что наиболее урбанизированные участки реки вносят наибольший вклад в загрязнение поверхностных вод. На рис. 5 зоны загрязнения выделяются достаточно четко. Причем зона г. Ташкента вносит наибольший вклад в загрязнение речной воды. Тенденция повышения концентрации нефтепродуктов начиная с створа “Максам-Чирчик” до створа “Чиназ” сигнализирует о недостаточно надежной защите водного источника от попадания в него этого вида загрязнения.

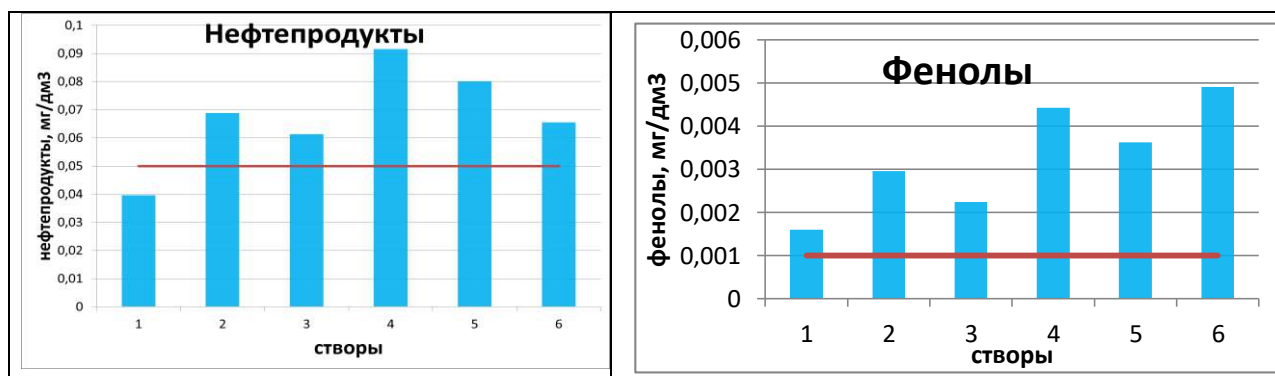


Рис.5. Среднегодуное изменение концентрации нефтепродуктов и фенолов по длине р.Чирчик

Fig. 5. Average long-term change in the concentration of petroleum products and phenols along the length of the Chirchik river

Анализ динамики изменений концентрации фенолов по длине реки позволяет сделать предположение о наличии крупных источников этих загрязнений по крайней мере в черте г. Ташкента и перед створом пгт. Чиназ. При этом, на участке от АО “Максам Чирчик” до г. Ташкента происходит снижение концентрации фенолов почти на 30%.

В среднем и нижнем течении из-за снижения поглотительной способности реки, такого значительного улучшения качества поверхностных вод не происходит. Более того, после Новомихайловского створа происходит повышение концентрации фенолов, что сигнализирует о наличии их дополнительных источников на этом участке (рис. 5).

Основные источники аммонийного азота в бассейне р.Чирчик, по видимому, сосредоточены в верхнем течении, а точнее выше сброса АО “Максам Чирчик” (рис. 6).

Ниже этого створа или таких источников нет или они не оказывают сколько-нибудь существенного влияния на качества воды. Именно по этой причине график пространственного распределения выгидит столь пологий, с четко выраженной тенденцией снижения концентрации ниже створа 2 к устью реки.

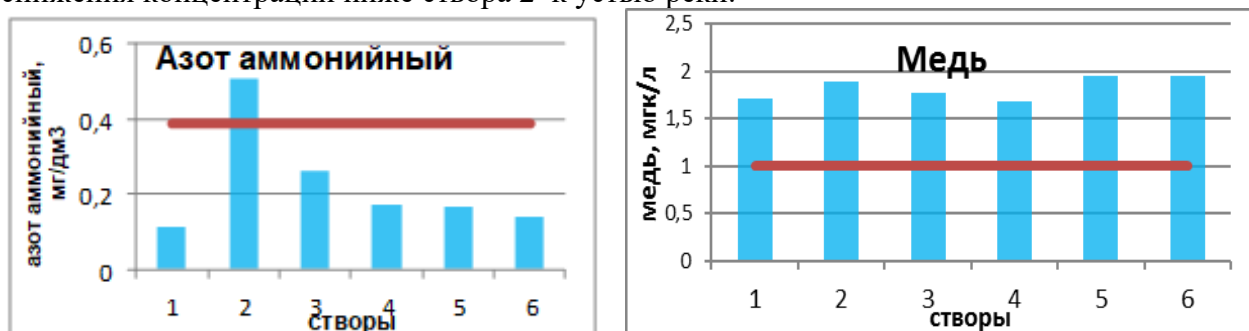


Рис. 6. Среднегодуное изменение концентрации азота аммония и меди по длине р.Чирчик

Fig. 6. Average long-term change in the concentration of ammonium nitrogen and copper along the length of the Chirchik river

Высокое содержание меди в створе, в котором казалось бы по крайней мере они не должны обнаруживаться в высоких концентрациях, может свидетельствовать либо о естественном (природном) загрязнении, либо о не специфическом источнике поступления

меди в поверхностные воды. Это могут быть как заброшенные выработки, так и хвостохранилище старых обогатительных предприятий.

Что же касается резкого увеличения концентрации меди в створе 2, то это увеличение, по всей видимости, связано со сбросами промышленных сточных вод на этом участке, либо со старыми накопителями сточных вод, содержащих высокие концентрации ионов меди на промышленных площадках г. Чирчика и возможными их протечками, в том числе фильтрационными потерями. Если принять во внимание возраст накопителей, геологию основания русла реки, тесную связь поверхностного и подземного притоков р. Чирчик, то появление повышенных концентраций меди по всей длине реки не выглядит неожиданным.

По длине реки наблюдается стабильное повышение концентрации нитратного азота от створов верхнего течения к устью и на всем протяжении реки концентрация нитратного азота не превышает ПДК (рис. 7).

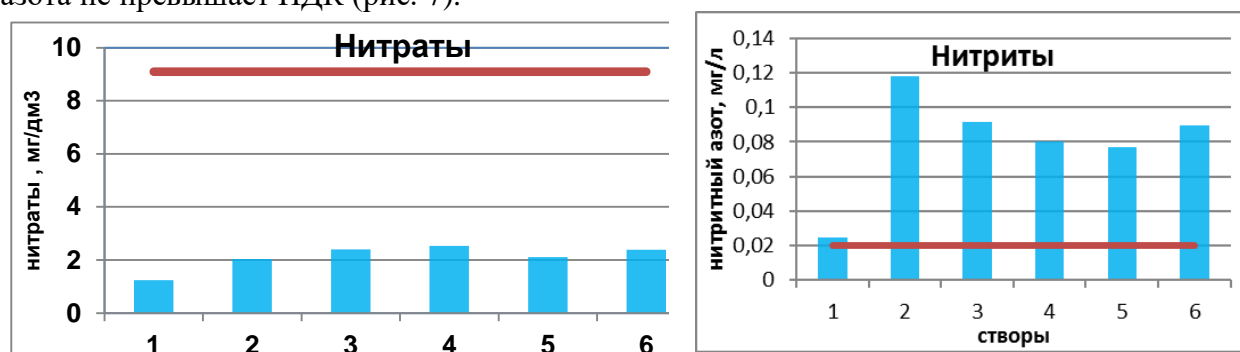


Рис. 7. Среднегодовое изменение концентрации нитратов и нитритов по длине р. Чирчик

Fig. 7. Average long-term change in the concentration of nitrates and nitrites along the length of the Chirchik river

Постоянное увеличение концентрации от верхних створов к нижним, начиная от г. Газалкента в направлении к городу Ташкент со всей определенностью свидетельствует о постоянном нарастании объемов поступления в поверхностные воды загрязнений, содержащих нитритные формы азотсодержащих веществ [Akhmedova, Akramova, 2020].

На основе анализа изменений концентраций нитритного азота в поверхностных водах р. Чирчик можно с определенной долей уверенности говорить о том, что основные источники загрязнений этой формой азотсодержащих загрязняющих веществ сосредоточены на участке реки ниже сброса АО «Максам-Чирчик» и выше г. Ташкента, повышенное содержание нитритов в створе Чиназ может быть вызван сбросами загрязненных стоков.

В таблице 2 показана, что после сброса сточных вод от АО «Максам-Чирчик» концентрация нитритов превышает ПДК. Принимая во внимание что основным источником таких загрязнений в условиях бассейна р. Чирчик являются сточные воды, содержащие бытовые загрязнения, можно говорить о неудовлетворительной защите поверхностных вод от поступления в них неочищенных или плохо очищенных стоков коммунального хозяйства.

Таблица 2

Количество загрязняющих компонентов АО «Максам Чирчик»,
сбрасываемых в реку Чирчик

Table 2

Number of polluting components of «Maksam Chirchik» JSC,
dumped into the Chirchik river

№	Компонент	Един. измерения	Фактический сброс			ПДК
			Сброс в буферные пруды	Выше сброса р.Чирчик	Ниже сброса р.Чирчик	
1	БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	2,7	2,9	3,0	3,0
2	ХПК	мгО/дм ³	9,4	14,6	14,4	15,0
3	Нефтепродукты	мг/дм ³	0,02	0,026	0,025	0,05
4	Азот аммонийный	мг/дм ³	0,5	отс	отс	0,5
5	Азот нитритный	мг/дм ³	0,09	0,017	0,029	0,02
6	Азот нитратный	мг/дм ³	1,7	0,84	1,2	9,1
7	Взвешанные вещества	мг/дм ³	10,0	794	769	15

Примечание: Данные СИАК Ташкентского областного управления экологии за 15.05.2024 г.

Заключение. Изучая ретроспективы и современное состояние качества поверхностных вод бассейна р.Чирчик статистическим (корреляционным и частотным) анализом обширного материала, опубликованного в ежегодниках Узгидромета и собственных исследованиях, а также на анализе экономической активности в бассейне реки Чирчик можно делать следующие выводы.

1. Анализ качества воды р. Чирчик в выбранных створах наблюдения показал высокую степень её загрязнения. На начальных участках реки содержание загрязняющих веществ в воде не превышает допустимые концентрации.

2. Проведенные нами анализы позволили определить перечень загрязняющих веществ (нитриты, нефтепродукты и медь), наиболее часто превышающих предельно допустимые концентрации и оказывающих доминирующее влияние на формирование качественных показателей воды р. Чирчик.

3. Изучение пространственного (по длине реки) распределения загрязняющих веществ, представляет наибольший интерес, поскольку позволяет выявить наиболее загрязненные участки, предположить возможные источники загрязнений и в дальнейшем их идентифицировать, а также предложить мероприятия по защите от загрязнения.

4. Вода, загрязненная неочищенными коммунально-бытовыми сточными водами, может служить причиной инфекционных заболеваний и даже их эпидемий. В Ташкентском вилояте получило развитие специфическое прудовое рыбное хозяйство в искусственно созданных мелководных водоёмах, отделённых временными дамбами от основного русла р.Чирчик. Загрязнение может принести ощутимый урон поголовью рыб.

5. Берега реки Чирчик густонаселены и на них, как показали наши обследования, имеется множество ресторанов, кафе, песочных карьеров, дачных построек с небольшими птице- и животноводческими фермами. Все хозяйственно-бытовые стоки, в том числе бытовые, сбрасываются в реку без очистки. Никакого учета всех этих многочисленных сбросов не ведется, и качество воды в р.Чирчик от них ухудшается, особенно по азотсодержащим веществам. Значительное влияние на их концентрацию оказывают стоки

завода «Максам-Чирчик», станции аэрации г. Чирчик, Бектемирской очистной станции и Саларской станции аэрации г. Ташкента.

ЛИТЕРАТУРА

Ахмедова Т.А. Основные источники коммунально-бытового и промышленного загрязнения реки Чирчик // Вестник аграрной науки Узбекистана, 2002. №4(10). – С. 46-47.

Ахмедова Т.А., Шетинников А.А. Современное экологическое состояние реки Чирчик // Экологический вестник Узбекистана, 2021. №3. – С.40-43.

Ахмедова Т.А., Видинева Е.М., Гафуров А.А. Загрязнение реки Чирчик биогенными веществами / Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ. - С-Пб, 24 октября 2020 г. – С. 289-293.

Ежегодник “Качество поверхностных вод на территории Узгидромета”. Ташкент. (1991-2021 гг.). – 130 с.

Крутов А. Н. Изменение качества воды нижнего течения реки Сырдарьи в результате антропогенных воздействий. // Экологический вестник Узбекистана, 1995. №2/3. – С. 51-54.

Караушев А.В. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 286 с.

Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. – Ташкент, НИГМИ. 2005. –185 с.

Рубинова Ф.Э. Гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря и его трансформация под влиянием хозяйственной деятельности. ГФНТИ РУз. 1994. №2159-4594. – 310 с.

Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Особенности гидрологического и гидрохимического мониторинга поверхностных вод среднего течения р. Сырдарьи. – Ташкент: «Навруз». 2019. – 91 с.

Шилькрот Г.С., Ясинский С.В. Пространственно-временная изменчивость потока биогенных элементов и качества воды малой реки // Водные ресурсы, 2002. Том 29. – №3. – С. 343-349.

Щульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат. 1965. – 691с.

Akhmedova T, Akramova I, Radjabov A, Mavlyanova D. Assessment of the hydro-ecological state of piedmont rivers of the Republic of Uzbekistan in the context of climate change / International Scientific Conference "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering". Tashkent April 25, 2020 ID: 16f3802e-8427-4b16-87a1-40964dfdf2d8 DOI 10.1088/1757-899X/883/1/012010.

Keiser O. Bewertung und Entwicklung urbaner Fließgewässer. Freiburg i. Br.: Institut für Landespflege, 2005. – 280 s.

ЧИРЧИҚ ДАРЁСИ СУВИ ИФЛОСЛАНИШИНИНГ ТАҲЛИЛИ

Т.А. АХМЕДОВА¹

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, t.akhmedova1962@gmail.com

Аннотация. Мақолада Чирчик дарёси суви сифатининг ўтган давр ва бугунги кундаги ҳолати бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари баён этилган. Ифлослантирувчи моддалар ва асосан концентрацияси рухсат этилган концентрациядан ошган моддалар бўйича маълумотлар келтирилган. Дарё сувини ифлослантирувчи моддаларнинг дарё узунлиги бўйлаб фазовий тарқалишини ўрганиш бўйича таҳлил натижалари келтирилган. Мазкур олинган натижалар дарёнинг кучли ифлосланган жойларини, ифлослантириши мумкин бўлган манбаларини аниқлаш ва келгусида дарё сувини ифлосланишдан муҳофаза қилиш ҳамда тозалаш чораларини кўриш имконини беради.

Калит сўзлар: *ифлосланиш, сифат, сув ресурслари, антропоген омиллар, дарё, нефть маҳсулотлари, оқова сув, саноат, коммунал-маиший.*

ANALYSIS OF WATER POLLUTION OF THE CHIRCHIK RIVER

T.A. AKHMEDOVA¹

¹ Hydrometeorological Research Institute, t.akhmedova1962@gmail.com

Abstract. *The article presents the results of a retrospective study and the current state of water quality in the Chirchik River. The actual data on pollution and concentrations of pollutants, most often exceeding the maximum permissible concentrations, are presented. An analysis of the spatial distribution of pollutants (SV) along the length of the river is presented, which makes it possible to identify the most polluted areas, suggest possible sources of pollution and further identify them, as well as propose measures to protect against water pollution and water treatment.*

Keywords: *pollution, quality, water resources, anthropogenic factor, river, petroleum products, wastewater, industry, utilities.*

REFERENCES

Axmedova T.A. Osnovnie istochniki kommunalno-bitovogo i promishlennogo zagryazneniya reki Chirchik [Main sources of municipal, domestic, and industrial pollution of the Chirchik River] // Vestnik agrarnoy nauki Uzbekistana, 2002. №4(10). – S. 46-47 (in Russian)

Axmedova T.A., Shetinnikov A.A. Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye reki Chirchik [Current ecological state of the Chirchik River] // Ekologicheskiy vestnik Uzbekistana, 2017. №3. – S. 40-43 (in Russian)

Axmedova T.A., Vidineeva Ye.M., Gafurov A.A. Zagryazneniye reki Chirchik biogennimi veshstvami [Pollution of the Chirchik River by biogenic substances] / Materiali mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii «Sovremennye problemi gidrometeorologii i monitoringa okrujayushey sredi na prostranstve SNG. – S-Pb, 24 oktyabrya 2020 g. – S. 289-293 (in Russian)

Yejegodnik “Kachestvo poverxnostnix vod na terriorii Uzgidrometa” [Yearbook “Quality of surface waters in the territory of Uzhydromet”]. – Tashkent. (1991-2021 gg.). – 130 s.(in Russian)

Krutov A. N. Izmeneniye kachestva vodi nijnego techeniya reki Sirdari v rezultate antropogennix vozdeystviy [Change in water quality in the lower reaches of the Syr Darya River as a result of anthropogenic impacts] // Ekologicheskiy vestnik Uzbekistana, 1995. №2/3. – S. 51-54 (in Russian)

Karaushev A.V. Metodicheskiye osnovi otsenki i reglamentirovaniya antropogennogo vliyaniya na kachestvo poverxnostnix vod [Methodological basis for assessing and regulating anthropogenic impact on surface water quality]. – L.: Gidrometeizdat, 1987. – 286 s. (in Russian)

Rubinova F.E., Ivanov Yu.N., Kachestvo vodi rek basseyna Aralskogo morya i yego izmeneniye pod vliyaniyem xozyaystvennoy deyatelnosti [The water quality of the rivers of the Aral Sea basin and its changes under the influence of economic activity]. – Tashkent: NIGMI, 2005. – 185 s (in Russian).

Rubinova F.E. Gidroximicheskij rejim rek basseyna Aralskogo morya i yego transformatsiya pod vliyaniyem xozyaystvennoy deyatelnosti. [Hydrochemical regime of the rivers of the Aral Sea basin and its transformation under the influence of economic activity]. GFNTI RUz. №2159-4594 1994. – 310 s. (in Russian)

Chembarisov E.I., Raximova M.N. Osobennosti gidrologicheskogo i gidroximicheskogo monitoringa poverxnostnix vod srednego techeniya r. Sirdari [Features of hydrological and hydrochemical monitoring of surface waters of the middle reaches of the Syrdarya River.]. – Tashkent: «Navruz», 2019. – 91 s. (in Russian)

Shilkrot G.S., Yasinskiy S.V. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost potoka biogennix elementov i kachestva vodi maloy reki [Spatial-temporal variability of the flow of biogenic elements and water quality of the small river] // Vodnie resursi. 2002. Tom 29. №3. – S. 343-349. (in Russian)

Shuls V.L. Reki Sredney Azii. [Rivers of Central Asia]. L.: Gidrometeoizdat, 1965. – 691s.

УДК: 556.118

**ЗАРАФШОН ҲАВЗАСИ СУВ РЕСУРСЛАРИ ИОН ТАРКИБИНИНГ
АНТРОПОГЕН ТАЪСИР НАТИЖАСИДА ЎЗГАРИШЛАРИ****М.Ш. АБДИЕВА²**¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, matluba_abdiyeva@mail.ru

Аннотация: Мақолада ўрта Зарафшон ҳавзасидаги сув ресурслари йиллик ион таркибининг ўзгаришлари устун ионлар нисбати орқали таҳлил қилинган. Тадқиқот доирасида Зарафшон дарёсига антропоген таъсирни баҳолаш мақсадида дарёга сув ташлайдиган коллекторлар, дарёдан сув олувчи каналлар ва дарёнинг Ўзбекистон ҳудудига кириши ҳамда қуйи қисмларидаги турли кузатув пунктларидан сув намуналари олинган.

Дарё суви ион таркиби Зарафшон кириши қисмида гидрокарбонат-кальцийли ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) сувдан ҳавзанинг бошқа пунктларида сульфат-магнийли (MgSO_4), хлорид-магнийли (MgCl_2) сувга ўзгариши аниқланган.

Калит сўзлар: ўрта Зарафшон ҳавзаси, кузатиш пунктлари, ион таркиби, асосий анионлар ва катионлар.

Кириш. Сув сифатини гидрохимёвий кўрсаткичлар бўйича баҳолашда ионлар миқдори катта аҳамиятга эга. Дарёлар сувидаги асосий ионлар – Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- сувда эриган моддаларнинг 90-95 % гачани ташкил этади, шу сабабли улар ўрганилаётган сув объектларининг ион таркибини тавсифлаш учун қўлланилади [Алёкин, 1970]. Дарё, кўл ва айниқса қатламлараро ер ости сувларининг ҳамда булоқларнинг кимёвий таркибидаги хилма-хиллик сувларнинг тоғ жинслари билан ўзаро таъсири ҳамда физик-географик шароитларининг фарқланиши билан изоҳланади [Зенин, 1988]. Бирок, ҳозирги иқлим ўзгариши шароитида, Марказий Осиё давлатларида сув ресурсларини камайиши фонида антропоген таъсир натижасида ифлосланиш ортиб бормоқда.

Зарафшон дарёси асосан, музлик ва қор сувларидан тўйинишини инобатга олсак, бундай сувларнинг минерализация миқдори паст, гидрокарбонат-кальцийли сувлар ҳисобланади.

М.А. Абдуев тадқиқотларига кўра, ионлар орасидаги нисбат Озорбайжон дарёлари сувида 97 % гидрокарбонатли синфга тегишли бўлса, сульфатли синфга барча дарё сувлари ҳажмининг 1,9 % тўғри келади. Энг кам тарқалган сувлар эса хлоридли синфга киради ва улар умумий ҳажмининг 1,1 % ни ташкил қилади [Абдуев, 2010].

Ишнинг мақсади ва вазифалари. Тадқиқотнинг асосий мақсади – Ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурслари ион таркибидаги ўзгаришларни устун ионлар нисбати асосида баҳолаш ва ҳавзада Зарафшон дарёси сувида ташланадиган оқава сувларнинг таъсирини аниқлашдан иборат. Зарафшон дарёси ва унга ташланадиган ташламаларнинг ион таркиби график ва жадваллар орқали келтирилди ва ҳисоблашлар таҳлиллари асосида сув сифати ҳолати тадқиқотнинг вазифаси қилиб белгиланди.

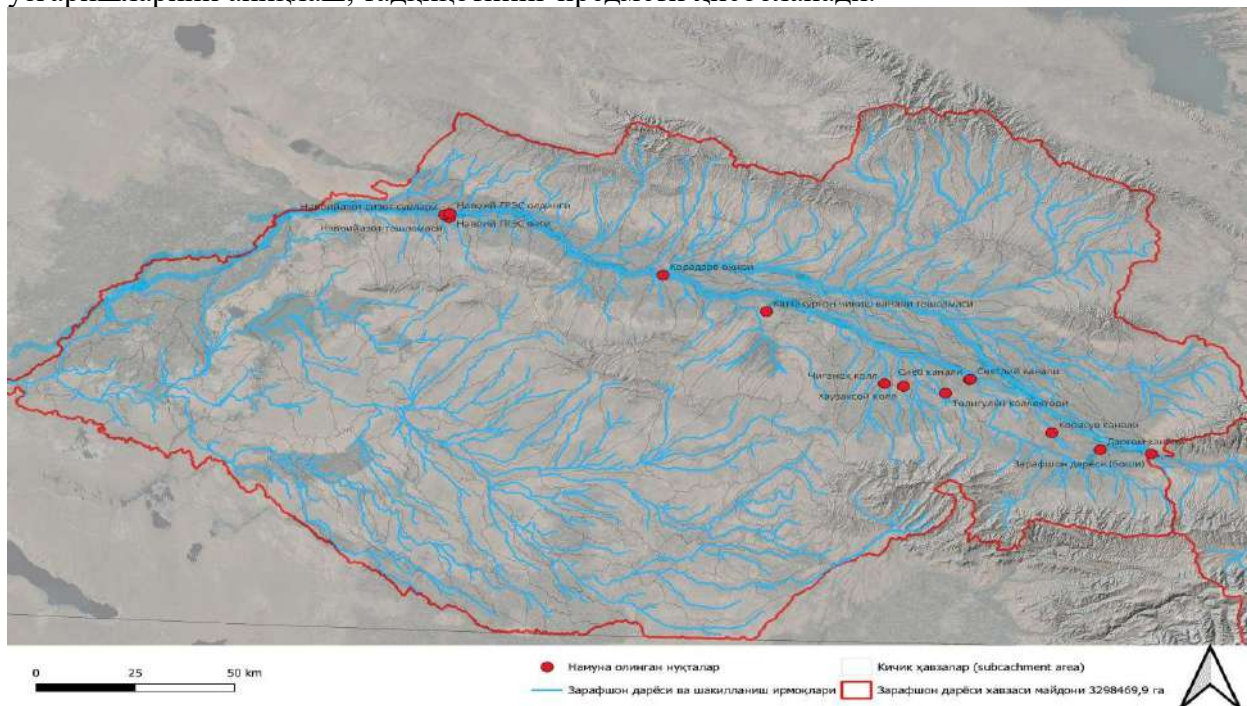
Тадқиқот объекти ва предмети. Ўрта Зарафшон аниқ табиий чегарага эга бўлиб, уни шимол томондан Нурота тоғлари, жанубдан Чақилкалон, Қоратепа, Зирабулоқ, Зиёвуддин тоғлари ўраб туради. Шарқдан Тожикистон билан чегарадош. Ғарбда Қуйи Зарафшон округидан Хазар йўлаги билан ажралиб туради. Рельеф хусусиятига кўра Зарафшон дарёси ҳавзаси уч қисмга бўлинади: Юқори Зарафшон (қўшни Тожикистон

² Масъул муаллиф: matluba_abdiyeva@mail.ru, тел.: +998 94 683 45 83

худудидаги дарё ҳавзаси), Ўрта Зарафшон ва Қуйи Зарафшон [Баратов, 2002].

Ўрта Зарафшон ҳавзасидан намуналар дарёнинг Ўзбекистонга кириш қисмидан Қорасув канали боши, Дарғом канали, Сиёб канали, Светлий канали, Толигулён коллектори, Хаузаксой коллектори, Чиғаноқ коллектори, Каттақўрғон чиқиш канали, Қорадарё охири, Навоийазот ташламаси, Навоийазот сизот сувлари, Навоий ИЭС ташламаси (янги), Навоий ИЭС ташламаси (эски) пунктларидан олинди. Тадқиқот ишида юқоридаги сув объектлари кузатув пунктлари сифатида танланиб, кузатув пунктлари жойлашув харитаси тузилди (1-расм).

Ўрта Зарафшон ҳавзаси суви ион таркиби миқдори ҳамда ўзаро нисбатини, йиллик ўзгаришларини аниқлаш, тадқиқотнинг предмети ҳисобланади.



1-расм. Ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурсларини кузатув пунктлари

Рис. 1. Пункты наблюдения водных ресурсов средней части бассейна Зеравшана

Fig. 1. Observation points for water resources in the middle Zerafshan basin

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. 2023 йил Зарафшон дарёси сув объектларидан олинган сув намуналари Ўзгидрометнинг Атроф-муҳит ифлосланиш мониторинги бўлими Ер усти сувлари сифати ифлосланиши мониторинги лабораториясида титрлаш ва спектрометрик усулларда таҳлил қилинди.

Ҳозирги кунда табиий сувлар кимёвий таркиби энг кўп қўлланиладиган устун ионлар бўйича аниқланади. Ионларнинг миқдорий нисбатларига асосланган. Устун ионлар қайта ҳисобланган ионлар эквивалентининг фоиздаги энг юқори нисбий миқдорига эга бўлган ионлардир ва уларга кўра, табиий сувлар уч синфга бўлинади.

I - Гидрокарбонат ва карбонатли сувлар синфи. Бу синфга минерализация миқдори кам бўлган, дарёлар, кўллар, сув омборлари ва айрим ер ости сувлари киради.

II – Сульфатли сувлар синфи. Бундай сувлар гидрокарбонатли ва хлоридли сувлар ўртасидаги сувлар бўлиб, турли чўкинди жинслар билан генетик боғлиқдир.

III – Хлоридли сувлар синфи. Бу синфга океан, денгиз, шўр кўллар ҳамда ер ости

сувларининг юқори даражада минераллашган сувлари киради.

Бундан ташқари ҳар бир синф устун катионларга кўра уч гуруҳга бўлинади: кальцийли, магнийли ва натрийли [Алёкин, 1970].

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Ер усти сувлари учун О.А.Алёкиннинг иккита - устун ионлар ва ионлар орасидаги ўзаро муносабатга асосланган таснифи мавжуд бўлиб, устун ионлар деб модданинг эквивалент миқдорида фоизларда ҳисобланганда энг катта нисбий таркибли ионлар ҳисобланади [Алекин, 1970; Абдуев, 2020; Парфенова, 2010]. Шунга кўра, ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурслари ионлар таркиби учун О.А.Алёкин таснифи бўйича ионларнинг устунлик даражаси ва улар орасидаги муносабатни аниқловчи ҳисоблашлар бажарилди (1-жадвал).

Тадқиқот ишида Ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурслари йиллик ион таркиби %-эқв бирлигида келтирилди. Унга кўра, ҳавзадаги гидрокарбонатлар миқдори 4,5-33,8 %-эқв, сульфатлар 20,3-43,6 %-эқв, хлоридлар 6,1-23,2 %-эқв, кальций 6,77-16,4 %-эқв, магний 15,7-22,2 %-эқв, натрий 3,89-15,7 %-эқв, калий 0,18-0,58 %-эқв оралиғида ўзгариб туради (1-жадвал).

1-жадвал

Ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурсларининг ўртача йиллик устун ионлар нисбати бўйича ўзгаришлари (2023 й.), %-эқв

Таблица 1

Изменения водных ресурсов среднего бассейна Зеравшана по соотношению преобладающих ионов за среднегодовой период (2023 г.), %-эқв

Table 1

Changes in the water resources of the middle Zerafshan basin according to the ratio of predominant ions for the average annual period (2023), %-eqv

№	Кузатув пунктлари номи	НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
1	Зарафшон (кириш)	33,8	23,1	6,9	16,03	15,7	3,98	0,42
2	Қорасув боши	25,0	27,2	10,1	14,4	18,2	4,58	0,46
3	Дарғом канали	33,3	24,5	6,1	16,02	15,8	3,89	0,40
4	Сиёб канали	19,1	20,3	23,2	9,86	16,8	10,1	0,58
5	Светлий канали	16,3	31,6	16,4	9,12	18,06	8,11	0,42
6	Толигулён	25,4	28,8	7,5	15,4	16,1	6,45	0,29
7	Хаузаксой	18,8	34,1	7,5	7,92	22,2	9,20	0,27
8	Чиғаноқ	16,1	34,7	7,7	7,75	21,1	12,2	0,27
9	Каттақўрғон чиқиш	12,3	36,6	11,6	10,04	18,2	10,9	0,34
10	Қорадарё охири	12,5	35,1	9,9	8,66	17,8	15,7	0,32
11	Навоийазот ташламаси	4,9	38,9	6,9	16,4	18,8	13,8	0,22
12	Навоийазот сизот сувлари	4,5	34,1	15,2	14,6	16,3	15,1	0,18
13	Навоий ИЭС (янги)	6,9	43,6	6,5	10,01	19,04	13,6	0,33
14	Навоий ИЭС (эски)	8,6	39,1	7,9	6,77	22,2	15,03	0,38

Гидрокарбонатлар карбонат кислота диссоциаланишининг биринчи босқич маҳсулоти бўлиб, кам ифлосланган ер усти сувларида бошқа ионларга нисбатан устун бўлади [Раҳбарлик ҳужжати...2006]. Ҳавзадаги кузатув пунктларининг ўртача йиллик ион таркибини солиштириш натижасида Зарафшон (кириш) ва Дарғом канали пунктларида гидрокарбонатнинг энг юқори миқдори (33,8-33,3 %-эқв) қайд этилди. Навоий вилояти худудида эса унинг қиймати анча паст бўлиб - 4,5-8,6 %-эқв оралиғида ўзгаргани аниқланди.

Сульфат ионлари ер усти сувлари кимёвий таркибининг муҳим компоненти

ҳисобланади. Минерализацияси паст бўлган сувларда сульфатлар асосан ион кўринишида бўлади. Минерализация даражаси ортганда улар CaSO_4 , MgSO_4 каби нейтрал ион жуфтлари ҳосил қилишга мойил бўлади [Абдиева, Нишонов, 2020]. Ҳавзадаги кузатув пунктлари ичида сульфатларнинг энг юқори миқдори (38,9-43,6 %-экв) Навоий вилояти ҳудудидаги пунктларга тўғри келади.

Одатда ер усти сувларида хлоридлар миқдорининг ортиши сувнинг таъм хусусиятларини ёмонлаштиради, уни ичимлик суви таъминоти учун яроқсиз қилади, ҳамда техникавий, хўжалик ва суғориш мақсадларида фойдаланиш имкониятини камайтиради ёки бутунлай йўқотади. Кўп миқдордаги хлоридлар сув ҳавзаларига саноат ва хўжалик-маиший оқава сувлари билан тушади [Раҳбарлик ҳужжати...2006]. Ҳавзадаги хлоридларнинг энг юқори миқдори (15,2-23,2 %-экв) Сиёб канали, Светлий канали ва Навоийазот сизот сувлари пунктларида кузатилади (1-жадвал).

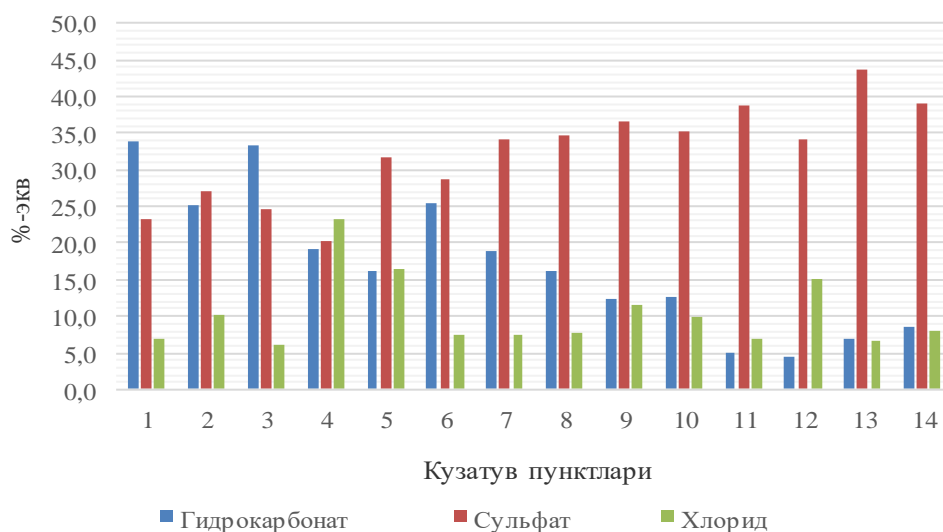
Кучсиз минераллашган сувларда кальций ионлари миқдори магний ионлари миқдорига нисбатан юқори бўлади. Сувнинг минерализацияси ортиши билан магний ионларининг миқдори ортади. Барча табиий сувларда кальций иони гидрокарбонат ва карбонат анионлари билан биргаликда учрайди. Одатда кам минерализацияли сувда кальций кўп бўлса, минерализацияси юқори сувда натрий кўп бўлади [Раҳбарлик ҳужжати..., 2007].

Табиий шароитда сувда эриган кальций миқдорининг ўзгариши асосан карбонат кислота тузлари ва углерод диоксид орасидаги мувозанатга боғлиқ. Кальцийнинг ион шакли фақатгина кучсиз минераллашган сувларга хос [Зенин, 1988]. Ҳавзадаги кальцийнинг энг юқори миқдори (16,02-16,48 %-экв) Зарафшон (кириш), Дарғом канали, Навоийазот ташламаси пунктларида кузатилади. Ҳавзадаги магнийнинг энг юқори миқдори (21,17-22,28 %-экв) Хаузақсой коллектори, Чиғаноқ коллектори, Навоий ИЭС (эски) пунктларида кузатилади.

Натрий ва калий ионлари курукликдаги ер усти сувларида эриган минерал моддаларининг асосий компонентлари қаторига киради. Ҳавзадаги натрийнинг энг юқори миқдори (15,03-15,7 %-экв) Қорадарё охири, Навоийазот сизот сувлари ва Навоий ИЭС (эски) пунктларида кузатилади. Калийнинг энг юқори миқдори эса (0,58 %-экв) Сиёб канали пунктларида кузатилади (1-жадвал).

Ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурсларининг ўртача йиллик (2023 й.) устун ионлар нисбати графикларидан кўринадики, ҳавзадаги сув ресурсларидан дарё суви (Зарафшон кириш) гидрокарбонатли сувлар синфига (33,8 %-экв) тегишли ва дарёнинг қуйига (Қорадарё охири) бориб сульфатли сувлар синфига (35,1 %-экв) ўзгаради. Зарафшон дарёсидан сув оладиган каналлардан Қорасув боши пунктида канал суви сульфатли сувлар синфига (27,2 %-экв) ўзгаради. Дарғом канали пункти гидрокарбонатли сувлар синфига (33,3 %-экв) кирса, ҳавзада биргина Сиёб канали хлоридли сувлар синфига (23,2 %-экв) ўзгаради. Қолган барча пунктлар сульфатли сувлар синфига ўзгаради (2-расм).

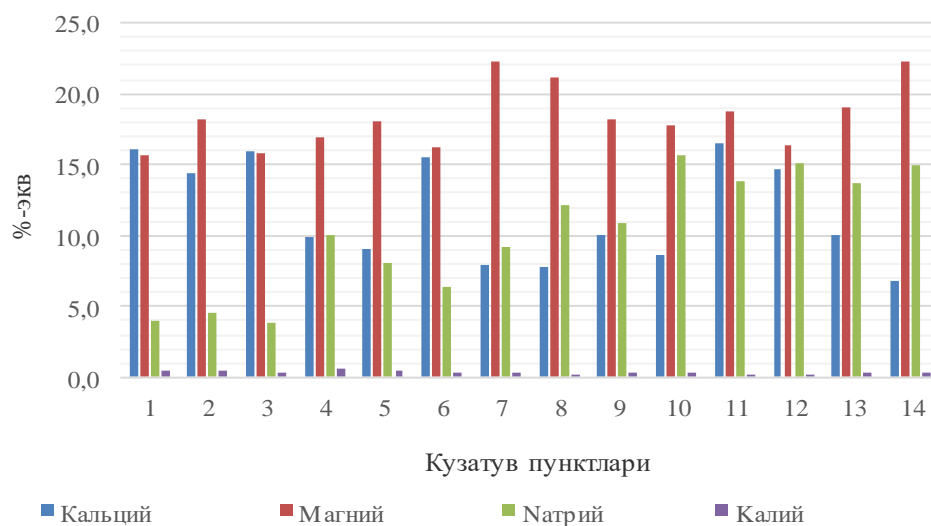
Ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурсларининг ўртача йиллик (2023 й.) катионлар нисбатида Зарафшон кириш ва Дарғом канали пунктларида кальций миқдори устунлик қилса, қолган барча кузатув пунктларида магний катиони устунлик қилади (3-расм).



2-расм. Ўрта Зарафшон хавзаси сув ресурсларининг анионлар нисбати (2023 й.)

Рис. 2. Соотношение анионов в водных ресурсах среднего бассейна Зеравшана (2023 г.)

Fig. 2. Anion ratio in water resources of the middle basin Zeravshan (2023)



3-расм. Ўрта Зарафшон хавзаси сув ресурсларининг катионлар нисбати (2023 й.)

Рис. 3. Соотношение катионов в водных ресурсах среднего бассейна Зеравшана (2023 г.)

Fig. 3. Cation ratio in water resources of the middle basin Zeravshan (2023)

Хулоса. Тадқиқот натижаларига кўра, ўрта Зарафшон ҳавзасидаги сув ресурсларининг ион таркиби устун ионлар бўйича сезиларли ўзгаришларни намоён этади. Зарафшон дарёсининг кириш пунктида гидрокарбонат-кальцийли ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) бўлса, дарёнинг Қорадарё охири пунктида сульфат-магнийлига (MgSO_4) ўзгаради. Барча коллектор сувларида, Толигулён, Хаузаксой ва Чиганоқ пунктлари сульфат-магнийли (MgSO_4). Каналларда, Қорасув бошида сульфат-магнийли (MgSO_4), Дарғом каналида гидрокарбонат-кальцийли ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), Сиёб каналида хлорид-магнийли (MgCl_2), Светлий каналида сульфат-магнийли (MgSO_4), Каттақўрғон чиқиш каналида сульфат-магнийлига (MgSO_4) ўзгаради. Ҳавзанинг Навоийазот ташламаси, Навоийазот сизот, сувлари, Навоий ИЭС янги ҳамда Навоий ИЭС эски пунктларининг барчасида сульфат-магнийли (MgSO_4) сувлар эканлиги аниқланди.

Зарафшон дарёси сувига ташланадиган сувлар таркиби сульфат магнийли (MgSO_4), хлорид-магнийли (MgCl_2) бўлиб, бундай сувлар дарёнинг ифлосланишига сабаб бўлади.

Ҳар бир кузатув пунктларида устун анионлар ва катионлар бирикиб, сувда метаморфизация жараёни содир бўлишига олиб келади. Ўрта Зарафшон ҳавзаси сув ресурсларининг ион таркиби кескин ўзгарувчан бўлиб, ион таркибининг бундай кескин ўзгаришига саноат, қишлоқ хўжалиги ҳамда коммунал маиший оқава сувлари сабаб бўлади.

АДАБИЁТЛАР

Абдиева М.Ш., Нишионов Б.Э. Зарафшон дарёси суви ион таркибининг антропоген таъсир натижасида ўзгаришлари // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 2020. 57-жилд. – Б.262-268.

Абдуев М.А. Химический состав речных вод Азербайджана // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2010. – №. 8. – С. 410-413.

Абдуев М.А. Исследование химического состава и солевого стока речных вод Нахичеванской автономной Республики / Сборник статей, посвященный 100-летию со дня образования Гидрохимического института «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». – Ростов-на-Дону, 2020. Часть 1. – С. 19-23.

Алекин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 440 с.

Баратов П., Маматқулов М., Рафиқов А. Ўрта Осиё табиий географияси. – Тошкент: Ўқитувчи. – 2002. – Т. 440.

Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 53 с.

Парфенова Г.К. Антропогенные изменения гидрохимических показателей качества вод. – Томск: «Аграф-пресс», 2010. – 113 с.

РД 52.24.403-2007. Массовая концентрация кальция в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с трилоном Б. – Ростов-Дон: 2007. – 42 с.

РД 52.24.407-2006. Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с солью серебра. – Ростов-Дон: 2006. – 45 с.

РД 52.24.493-2006. Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом. Ростов-Дон: Росгидромет, 2006. – 42 с.

**ИЗМЕНЕНИЯ ИОННОГО СОСТАВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА
ЗЕРАВШАНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ****М.Ш. АБДИЕВА¹**¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, matluba_abdiyeva@mail.ru

Аннотация: В статье анализируются годовые изменения ионного состава водных ресурсов бассейна среднего Зеравшана по соотношению основных ионов. В рамках исследования были отобраны пробы воды из различных точек мониторинга бассейна для оценки антропогенного воздействия на реку Зеравшан. К ним относятся коллекторы, сбрасывающие воду в реку, каналы, забирающие воду из реки, а также устье реки и ее низовья на территории Узбекистана.

Установлено, что ионный состав речной воды меняется от гидрокарбонатно-кальциевой ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) в устье реки Зеравшан до сульфатно-магниевой (MgSO_4) и хлоридно-магниевой (MgCl_2) в других точках бассейна.

Ключевые слова: средний бассейн Зеравшана, пункты наблюдения, ионный состав, основные анионы и катионы.

**CHANGES IN THE IONIC COMPOSITION OF THE WATER RESOURCES OF THE
ZERAVSHAN BASIN UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS****M.Sh. ABDIEVA¹**¹ Hydrometeorological Research Institute, matluba_abdiyeva@mail.ru

Abstract: The article analyzes the annual changes in the ionic composition of the water resources in the middle Zeravshan basin based on the ratio of major ions. As part of the study, water samples were collected from various monitoring points within the basin to assess the anthropogenic impact on the Zeravshan River. These monitoring points include collectors discharging water into the river, channels drawing water from the river, as well as the river's mouth and its lower reaches within Uzbekistan. It was established that the ionic composition of the river water changes from calcium bicarbonate ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) at the mouth of the Zeravshan River to magnesium sulfate (MgSO_4) and magnesium chloride (MgCl_2) in other parts of the basin.

Keywords: middle Zeravshan basin, observation points, ionic composition, basic anions and cations.

REFERENCES

Abdieva M.Sh., Nishonov B.E. Zarafshon daryosi suvi ion tarkibining antropogen tasir natijasida ozgarishlari [Changes in the ionic composition of the Zeravshan River water due to anthropogenic impact.] // Ozbekiston geografiya jamiyati axboroti. 57-jild, 2020. – B. 262-268. (in Uzbek)

Abduev M.A. Himicheskiy sostav rechnix vod Azerbaydjana [Chemical composition of river waters in Azerbaiyjan] // Aktualnie problemi gumanitarnix i estestvennix nauk. – 2010. – №. 8. – S. 410-413. (in Russian)

Abduev M.A. Issledovanie himicheskogo sostava i solevogo stoka rechnix vod Nahichevanskoj avtonomnoy Respubliki [Study of the chemical composition and salt runoff of river waters in the Nakhchivan Autonomous Republic] / Sbornik statey, posvyashchenniy 100-letiyu so dnya obrazovaniya Gidrohimicheskogo instituta, «Sovremennye problemi gidrohimii i monitoringa kachestva poverxnostnix vod». – Rostov-na-Donu, 2020. Chast 1. – S. 19-23. (in Russian)

Alekin O.A. Osnovi gidroximii [Fundamentals of Hydrochemistry]. – L.: Gidrometeoizdat, 1970. – 440 s. (in Russian)

Baratov P., Mamatqulov M., Rafiqov A. Orta Osiyo tabiiy geografiyasi [Physical Geography of Central Asia] // – Toshkent: Oqituvchi, 2002. – 440 s. (in Uzbek)

Zenin A.A., Belousova N.V. Gidroximicheskiy slovar [Hydrochemical dictionary]. – L.: Gidrometeoizdat. – 1988. – 53 s. (in Russian)

Parfenova G.K. Antropogennie izmeneniya gidroximicheskix pokazateley kachestva vod [Anthropogenic Changes in Hydrochemical Water Quality Indicators]. – Tomsk: «Agraf-press», 2010. – 113 s. (in Russian)

RD 52.24.403-2007. Massovaya konsentrasiya kalsiya v vodax. Metodika vipolneniya izmereniy titrimetricheskim metodom s trilonom B [Mass Concentration of Calcium in Water. Measurement Procedure Using Titrimetric Methods with Trilon B]. – Rostov-Don: 2007. – 42 s. (in Russian)

RD 52.24.407-2006. Massovaya konsentrasiya xloridov v vodax. Metodika vipolneniya izmereniy titrimetricheskim metodom s solyu serebra [Mass Concentration of Chlorides in Water. Measurement Procedure Using the Titrimetric Method with Silver Salt]. – Rostov-Don: 2006. – 45 s. (in Russian)

RD 52.24.493-2006. Massovaya konsentrasiya gidrokarbonatov i velichina shelochnosti poverxnostnix vod sushi i ochishennix stochnix vod. Metodika vipolneniya izmereniy titrimetricheskim metodom [Mass Concentration of Hydrocarbonates and Alkalinity of Surface Water, Land Water, and Treated Wastewater. Measurement Procedure Using the Titrimetric Method]. – Rostov-Don: Rosgidromet, 2006. – 42 s. (in Russian)

