

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

№1

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

№ 1

2024

Тошкент

ТАҲРИР КЕНГАШИ

Таҳрир кенгаши раиси:

Ҳабибуллаев Шерзод
Ҳабибуллаҳўжаевич

Масъул котиб:

Рўзиева Малоҳат Бахтиёрвна

Таҳрир кенгаши аъзолари:

Тажиев Баходир Саъдуллаевич
Алихонов Борий Ботирович
Абдурахманов Иброҳим Юлчиевич
Хамраев Шавкат Раҳимович
Нишонов Баҳриддин Эрқинович

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

Бош муҳаррир:

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

Бош муҳаррир ўринбосари:

Ҳикматов Фазлиддин,
г.ф.д., проф.

Таҳрир ҳайъати аъзолари:

Абдурахимов Бахтиёр Файзиевич, ф.-м.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Агзамов Файзулла Саидақбарович, и.ф.н. (Ўзбекистон); Азизов Азамат Атақузиевич, к.ф.н., доц. (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); Гуния Гарри Сергеевич, г.ф.д., проф. (Грузия); Гушина Дарья Юрьевна, г.ф.д. (Россия); Дергачёва Ирина Викторовна, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Камалов Баходир Асамович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Карандаева Лидия Михайловна, тех.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 Джахангировна, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Глеумуратова Бибигуль Саробаевна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Тургунов Данияр Маннапжанович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Умаров Муҳаммад Исмаилович, қ.х.ф.н. (Ўзбекистон); Умирзақов Ғуломжон Ўнғарбоевич, қ.х.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Холбаев Гулман Холбаевич, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Фазылов Али Раҳматджанович, тех.ф.д., доц. (Тожикистон); Фролова Наталья Леонидовна, г.ф.д., проф. (Россия); Цинцадзе Тенгиз Нодарович, тех.ф.д., проф. (Грузия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Чередниченко Александр Владимирович, г.ф.д., проф. (Қозоғистон); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Юнусов Голиб Ходжаевич, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Якубов Мурод Адилович, 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 олмаган.

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:

Абдурахимов Бахтиёр Файзиевич, д.ф.-м.н., проф. (Узбекистан); Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, д.г.н, доц. (Узбекистан); Агзамов Файзулла Саидакбарович, к.э.н. (Узбекистан); Азизов Азамат Атакузиевич, к.х.н., доц. (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); 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); 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 Зухраон Джахангировна, д.ф.г.н. (Узбекистан); Тлеумуратова Бибигуль Сарibaевна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Тургунов Данияр Маннапжанович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Умаров Мухаммад Исмагуллаевич, к.с.х.н. (Узбекистан); Умирзаков Гуломжон Унгарбаевич, д.ф.с.-х.н. (Узбекистан); Холбаев Гулман Холбаевич, к.г.н., с.н.с. (Узбекистан); Фазылов Али Рахматджанович, д.т.н., доц. (Таджикистан); Фролова Наталья Леонидовна, д.г.н., проф. (Россия); Цинцадзе Тенгиз Нодарович, д.т.н., проф. (Грузия); 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:

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)*; **Azamat Atakuzievich Azizov**, *Ph.D. in Chem. 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)*; **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)*; **Gavkhar Akhmatkxonovna 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)*; **Muxammad Ismatullayevich Umarov**, *Ph.D. in Agricult. Sci. (Uzbekistan)*; **Gulomjon Ungarbaevich Umirzakov**, *Ph.D. in Agri. Sci. (Uzbekistan)*; **Gulman Kholbaevich Kholbaev**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Ali Rakhmatjanovich Fazylov**, *D.Sc. in Tech. (Tajikistan)*; **Natalya Leonidovna Frolova**, *D.Sc. in Geog. (Russia)*; **Tengiz Nodarovich Tsintsadze**, *D.Sc. in Tech. (Georgia)*; **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

Б.М. Холматжанов, И.М. Махмудов, Ф.Б. Сафаров, С.У. Бегматов, Д.Ў. Ярашев, Д.Б. Истамов Ўзбекистон жанубида метеорологик қурғоқчиликнинг вақт давомидаги ўзгаришини SPI индекси асосида баҳолаш	8
--	---

М.Р. Қориев Иқлим ўзгариши шароитида Наманган вилоятида ёғин миқдоридаги ўзгаришлар	28
--	----

Ф. Ҳикматов, Р.Р. Зияев, С.А. Хайдаров, Д.А. Саидова, Ш.Р. Ғаниев Ўрта Зарафшон ҳавзасида метеорологик катталикларнинг иқлим илиши шароитидаги ўзгаришларини баҳолаш	38
---	----

ГИДРОЛОГИЯ

Б.Е. Аденбаев, А.З. Умаров, О.А. Хайдарова Куйи Амударёга оқиб келадиган сув миқдорининг антропоген омиллар таъсирида ўзгаришини баҳолаш	50
---	----

А.Я. Исакова, Б.Ф. Ҳикматов Иқлим илиши шароитида сел оқимлари максимал сув сарфлари ва такрорланувчанлигининг ўзгаришини баҳолаш (Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси кичик дарёлари мисолида)	59
--	----

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

Т.В. Кудишкин, Н.Г. Верешагина, А.М. Мухаметзянова Қли дарёси ва Оқбулоқ коллекторининг Айдар-Арнасой кўллари тизими Тузкон кўли акваториясига қуйиладиган ҳудудидаги дарё чўкиндиларида ифлослантирувчи моддалар миқдорини ўрганиш	71
---	----

Б.Э. Нишонов, Л.Ю. Шардакова, А.Р. Ахмедова, Н.И. Рахматова Тошкент шаҳрида 1981-2021 йиллардаги чанг бўрони ҳодисасининг статистик таҳлили	79
--	----

С.Б. Калабаев, Ф.Я. Артикова Сунъий йўлдош кузатув маълумотлари бўйича кўллари хариталаш ва мониторинг қилиш	87
---	----

ХОТИРА ВА ЮБИЛЕЙЛАР

Юрий Михайлович Денисов хотирасига (таваллудининг 95 йиллигига бағишланади)	94
--	----

Светлана Георгиевна Чанишева хотирасига (таваллудининг 90 йиллигига бағишланади)	96
---	----

Лидия Михайловна Карандаева – 70 ёшда!	98
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТЕОРОЛОГИЯ

**Б.М. Холматжанов, И.М. Махмудов, Ф.Б. Сафаров,
С.У. Бегматов, Д.У. Ярашев, Д.Б. Истамов**

Оценка изменения метеорологической засухи во времени
на юге Узбекистане на основе индекса SPI 8

М.Р.Кориев

Изменение количества осадков в Наманганской области
в условиях изменения климата 28

**Ф. Хикматов, Р.Р. Зияев, С.А. Хайдаров,
Д.А. Саидова, Ш.Р. Ганиев**

Оценка изменения метеорологических величин
в бассейне Среднего Зеравшана в условиях потепления климата 38

ГИДРОЛОГИЯ

Б.Е. Аденбаев, А.З. Умаров, О.А. Хайдарова

Оценка изменений объема поступления речных вод в низовья Амударьи
под влиянием антропогенных факторов 50

А.Я. Исакова, Б.Ф. Хикматов

Оценка изменений максимальных расходов и повторяемости селей
в условиях потепления климата (на примере малых рек
Чирчик-Ахангаранского бассейна) 59

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т.В. Кудышкин, Н.Г. Верещагина, А.М. Мухаметзянова

Исследование содержания загрязняющих веществ в донных отложениях
в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак
в акваторию озера Тузкан Айдар-Арнасайской системы озер 71

Б.Э. Нишонов, Л.Ю. Шардакова, А.Р. Ахмедова, Н.И. Рахматова

Статистический анализ явления пыльная буря в
городе Ташкент за 1981-2021 годы 79

С.Б. Калабаев, Ф.Я. Артикова

Картирование и мониторинг озер по данным спутниковых наблюдений 87

ХРОНИКА И ЮБИЛЕИ

Памяти Денисова Юрия Михайловича (к 95-летию со дня рождения) 94

Памяти Чанышевой Светланы Георгиевны (к 90-летию со дня рождения) 96

Карандаевой Лидии Михайловне – 70 лет! 98

CONTENTS

METEOROLOGY

- B.M. Kholmatjanov, I.M. Makhmudov, F.B. Safarov, S.U. Begmatov, D.U. Yarashev, D.B. Istamov**
Assessment of changes in meteorological drought over time in southern Uzbekistan based on SPI index 8
- M.R. Koriyev**
Changes in the amount of precipitation in the Namangan region in the conditions of climate change 28
- F. Khikmatov, R.R. Ziyaev, S.A. Khaydarov, D.A. Saidova, S.R. Ganiev**
Assessment of changes in meteorological values in the Middle Zeravshan basin under conditions of climate warming 38

HYDROLOGY

- B.E. Adenbaev, A.Z. Umarov, O.A. Khaydarova**
Assessment of changes in the volume of river water input into the lower Amudarya under the influence of anthropogenic factors 50
- A.Ya. Isakova, B.F. Khikmatov**
Assessment of changes in maximum discharge and frequency of mudflows under conditions of climate warming (based on the example of small rivers of the Chirchik-Akhangaran basin) 59

ENVIRONMENTAL MONITORING

- T.V. Kudyshkin, N.G. Vereshagina, A.M. Mukhametzyanova**
Research of the content of pollutants in bottom sediments in the area of the inflow of the Kly River and the Akbulak Collector into the water area of the Tuzkan Lake of the Aidar-Arnasay lakes system 71
- B.E. Nishonov, L.Yu. Shardakova, A.R. Akhmedova, N.I. Rakhmatova**
Statistical analysis of dust storm phenomena in Tashkent city for 1981-2021 79
- S.B. Kalabaev, F.Ya. Artikova**
Mapping and monitoring of lakes by using satellite observations 87

CHRONICLE AND ANNIVERSARIES

- In memory of Denisov Yuriy Mikhaylovich (to the 95th birthday anniversary) 94
- In memory of Chanisheva Svetlana Georgievna (to the 90th birthday anniversary) .. 96
- Lidiya Mikhaylovna Karandaeva is 70 Years Old! 98

МЕТЕОРОЛОГИЯ / METEOROLOGY

УДК: 551.577.38

ЎЗБЕКИСТОН ЖАНУБИДА МЕТЕОРОЛОГИК ҚУРҒОҚЧИЛИКНИНГ ВАҚТ ДАВОМИДАГИ ЎЗГАРИШИНИ SPI ИНДЕКСИ АСОСИДА БАҲОЛАШ**Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ^{1,2*}, И.М. МАХМУДОВ², Ф.Б. САФАРОВ³,
С.У. БЕГМАТОВ², Д.Ў. ЯРАШЕВ², Д.Б. ИСТАМОВ^{1,4}**¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, b.xolmatjanov@nuu.uz² Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, sardor0752@gmail.com³ Гидрометеорология хизмати агентлиги, sfazizbek@gmail.com⁴ Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Физика-техника институти, istamov@uzsci.net

Аннотация. Мақолада 1991-2020 йилларда Ўзбекистоннинг жанубий – Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида 1 ва 3 ойлик метеорологик қурғоқчиликнинг статистик кўрсаткичлари SPI индекси асосида баҳоланган ва унинг тақсимоти тадқиқ этилган. Тадқиқотни бажаришда ҳудудда жойлашган 15 та метеорология станциялари ва Европа ўрта муддатли об-ҳаво прогнозлари марказининг ERA5 реанализ базаси атмосфера ёгинлари маълумотларидан фойдаланилди. Суғориладаган ҳудудларда жойлашган Термиз ва Шаҳрисабз ҳамда тоғли ҳудудларда жойлашган Мингчуқур ва Бойсун метеорология станциялари кузатувлари ва реанализ маълумотлари қаторларининг мослиги баҳоланди. Олинган натижалар март-октябрь даврида кўп йиллик ўртача 1 ойлик ёгинлар миқдорлари учун корреляция коэффициентлари, мос равишда 0,98, 0,96, 0,95 ва 0,98 ни, мавсумлар учун эса Термиз ва Бойсунда 0,95, Шаҳрисабзда 0,98 ва Мингчуқурда 0,99 ни ташиқил этишини кўрсатди. ERA5 маълумотлари асосида ҳисобланган 1 ва 3 ойлик намланиш даражалари нормал тақсимотга эга бўлиб, 1 ойлик SPI индекси бўйича 70,0% атрофидаги ҳолатларда, 3 ойлик SPI индекси бўйича эса 62,0%-68,0% ҳолатларда меъёрга яқин намланиш даражаси қайд этилиши, экстремал қурғоқчилик даражасининг такрорланувчанлиги мос равишда 1,4% ва 2,5% дан ортмаслиги аниқланди. SPI индексининг йиллараро ўзгариш графиклари асосида нам ва қурғоқчил йиллар ажратилиб, 1 ойлик SPI индексининг 1998 ва 2008 йиллар учун ҳамда 3 ойлик SPI индексининг 1998 ва 2000 йиллар учун тақсимот карталари тузилди.

Калит сўзлар: ёгинлар миқдори, ERA5, қурғоқчилик, SPI, Қашқадарё, Сурхондарё.

Кириш. Иссиқлик ва совуқлик тўлқинлари, кучли ёғингарчилик ва сув тошқинлари, қурғоқчилик, ўрмон ёнғинлари ва бир қатор бошқа катта ҳудудларда узок вақт давом этувчи табиий ҳодисалар инсон фаолияти учун энг хавфли ҳисобланади. Санаб ўтилган хавфли гидрометеорологик ҳодисалар орасида қурғоқчилик энг катта кўлам ва давомийликка эга бўлиб, қитъаларнинг улкан ҳудудларини қамраб олиши ва 3 йилгача давом этиши мумкин [Русин, 2003]. Қурғоқчиликни тадқиқ этиш тўртта йўналишда олиб борилиб, улардан бири турли даражадаги қурғоқчиликнинг шаклланиш эҳтимоллигини унинг такрорланувчанлиги, давомийлиги ва жадаллигини баҳолаш орқали амалга оширилади [Byun, Wilhite, 1999].

Ҳозирги вақтда жаҳон амалиётида йигирмадан ортиқ метеорологик қурғоқчилик индекслари кўлланилмоқда [World ..., 2016]. Жаҳон метеорология ташкилотининг (ЖМТ) бу манбасига кўра, «фойдаланиш қулайлиги» бўйича қурғоқчилик индекслари шартли

* Масъул муаллиф: b.xolmatjanov@nuu.uz, тел.: +998 99 875-51-27

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Тадқиқот ишини бажаришда Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида жойлашган метеорология станциялари маълумотларидан фойдаланилди (1-жадвал).

1-жадвал

Тадқиқотда маълумотларидан фойдаланилган метеорология станциялари

Таблица 1

Метеорологические станции, данные которых использованы в исследовании

Table 1

Meteorological stations' data that were used in the study

№	Метеорология станцияси	Денгиз сатҳига нисбатан баландлик, м
Қашқадарё вилояти		
1	Муборак	286
2	Қарши	370
3	Чимкўрғон	466
4	Ғузур	524
5	Шаҳрисабз	627
6	Дехқонобод	938
7	Оқрабат	1599
8	Мингчукур	2130
9	Кўл	2161
Сурхондарё вилояти		
10	Шеробод	117
11	Термиз	313
12	Шўрчи	449
13	Денов	553
14	Сариосиё	586
15	Бойсун	1241

SPI индекси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади [Уткузова и др., 2015]:

$$SPI = \pm \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right), \quad (1)$$

бу ерда: $t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{|(c - H(x))^2|} \right)}$ ($0 < H(x) \leq 0,5$ бўлганда $c=0$; $0,5 < H(x) < 1$ бўлганда

$c=1$); $H(x) = q + (1 - q)G(x)$ – ёғинларнинг кумулятив эҳтимоллиги, q – ноль ёғингарчилик эҳтимоллиги; $G(x)$ – гамма-функция; $c_0, c_1, c_2, d_1, d_2, d_3$ – доимийлар.

SPI индексининг муайян қийматлар диапазонида 2-жадвалда келтирилган қурғоқчилик даражалари мос келади. Ихтиёрий вақт масштаби учун қурғоқчилик мезони қуйидагича аниқланади. SPI қиймати манфий бўлганда ҳар доим қурғоқчилик ҳодисаси шаклланди деб қабул қилинади ва $SPI \leq -1,0$ бўлганда қурғоқчилик муайян жадалликка эришади. SPI мусбат қиймат қабул қилганида қурғоқчилик яқунланди деб ҳисобланади. Шундай қилиб, ҳар бир қурғоқчилик ҳодисаси бошланиш ва тугаш муддатлари билан аниқланувчи давомийлик ҳамда қурғоқчилик қайд этилган ҳар бир ой (ёки ойлар) бўйича жадаллик кўрсаткичлари билан тавсифланади [McKee et al., 1993].

Тупрокнинг намлиги ёғинларнинг нисбатан қисқа вақт давомидаги аномалияларига таъсирчан. Ер ости сувларининг ҳолати, дарёларнинг сув оқими ва сув омборларининг гидрологик режими эса ёғинларнинг узоқ муддатли аномалияларини акс эттиради. Шу сабабли 1 ва 2 ойлик SPI қийматлари метеорологик қурғоқчилик, 1-6 ойлик SPI

қийматлари тупроқ қурғоқчилиги, 6 дан 24 ойликкача ва ундан каттароқ вақт оралиғи учун ҳисобланган SPI қийматлари эса гидрологик қурғоқчиликни таҳлил қилиш учун қўлланилиши мумкин [World ..., 2012].

2-жадвал

SPI индекси бўйича намланиш таснифи

Таблица 2

Классификация увлажненности по индексу SPI

Table 2

Humidity classification according to the SPI index

SPI қиймати	Намланиш даражаси
> 2	Экстремал нам
1,5 ÷ 1,99	Жуда нам
1,0 ÷ 1,49	Мўътадил нам
-0,99 ÷ 0,99	Меъёрга яқин
-1,0 ÷ -1,49	Мўътадил қурғоқчил
-1,5 ÷ -1,99	Кучли қурғоқчил
< -2	Экстремал қурғоқчил

Ер усти кузатув тармоғининг етарлича зич жойлашганига қарамай, биржинсли бўлмаган рельеф шаклларига эга бўлган ҳудудларда метеорологик катталикларнинг тақсимотини ер усти кузатув маълумотлари асосида аниқлаш аксарият ҳолларда имконсиз ҳисобланади. Бу вазифани ҳал қилишда ҳозирги кунда турли реанализ базалари маълумотларидан фойдаланилмоқда. Бир қатор олимлар томонидан мавжуд реанализ базалари маълумотларини қиёслаш натижалари Европа ўрта муддатли об-ҳаво прогнозлари марказининг (ECMWF) ERA5 реанализ маълумотлари ва ер усти кузатув маълумотлари орасидаги мувофиқлик энг яхши эканлигини кўрсатган [Арушанов, Вдовенко, 2022; Рахимов ва бошқ., 2023; Холматжанов ва бошқ., 2023; Hu et al., 2014; Rakhmatova et al., 2021]. Шу сабабли, ёгинлар миқдори ва SPI индексининг тақсимотини аниқлашда 1991-2020 йиллар учун ERA5 базаси маълумотларидан фойдаланилди [Welcome ...].

SPI индекси R-Studio дастурий таъминоти кутубхонасига кирувчи spi 1.1 [CRAN ...] ва АҚШ Небраска университети Қурғоқчилик оқибатларини юмшатиш марказининг SPIgenerator [National ...] дастурлари воситасида ҳисобланди ва натижаларнинг мувофиқлиги текширилди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида фаолият кўрсатаётган метеорология станциялари маълумотларига биноан 1961-1990 йй., 1971-2000 йй., 1981-2010 йй. ва 1991-2020 йй. иқлимий даврларида атмосфера ёгинлари миқдорининг кўп йиллик ўртача ойлик ва йиллик қийматлари уларнинг баландлик бўйича яққол ифодаланган ўзгаришини кўрсатди (3-жадвал) [Ўзбекистон ..., 2003, 2009, 2017, 2022]. Жадвалда келтирилган маълумотларнинг кўрсатишича, Қашқадарё вилоятининг чўл ҳудудларида кўп йиллик ўртача ҳисобда 180-250 мм, тоғли ҳудудларида эса 750 мм гача ёгинлар қайд этилади. Сурхондарё вилоятида ёгинлар миқдори бироз камроқ – 180 мм дан 480 мм гача. Ёгинларнинг асосий қисми совуқ ярим йилликда ёғади. Ёз мавсуми, айниқавгуст, текислик ҳудудларида ёгинларнинг амалда йўқлиги билан тавсифланади [Махмудов и др., 2024].

ERA5 базаси ёгинлар миқдорининг 1991-2020 йиллар учун реанализ маълумотлари асосида Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятлари ҳудудида кўп йиллик ўртача ёгинлар миқдорининг тақсимот картаси 2-расмда келтирилган [Махмудов и др., 2024]. 1-жадвал ва

2-расмда келтирилган маълумотларни қиёслаш, ERA5 реанализ маълумотлари ер усти кузатув маълумотларига нисбатан муайян фарқларга эга эканлигини кўрсатди.

3-жадвал

Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида турли иқлимий даврларда кўп йиллик ўртача ойлик ва ўртача йиллик ёгинлар миқдори, мм
(1 – 1961-1990 йй., 2 – 1971-2000 йй., 3 – 1981-2010 йй., 4 – 1991-2020 йй.)

Таблица 3

Многолетние среднемесячные и среднегодовые количества осадков
в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях
в различные климатические периоды, мм
(1 – 1961-1990 гг., 2 – 1971-2000 гг., 3 – 1981-2010 гг., 4 – 1991-2020 гг.)

Table 3

Long-term mean monthly and mean annual precipitation in Kashkadarya and Surkhandarya regions in different climatic periods, mm
(1 – 1961-1990, 2 – 1971-2000, 3 – 1981-2010, 4 – 1991-2020)

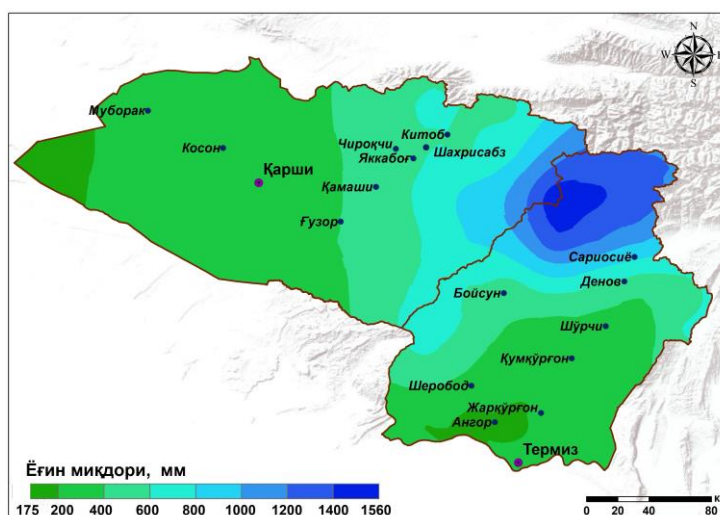
Станция	Давр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Йил
Қашқадарё вилояти														
Муборак	1	27,9	25,0	38,8	26,9	9,9	1,5	1,4	0,1	0,7	7,3	13,3	23,8	176,6
	2	26,0	26,0	37,0	29,0	10,0	2,0	1,0	0,0	0,0	5,0	13,0	19,0	168,0
	3	29,5	27,1	37,7	28,4	13,8	1,6	0,8	0,3	1,0	4,4	16,4	25,3	186,3
	4	28,0	33,8	32,7	28,8	13,8	1,6	0,3	0,3	0,9	3,8	17,1	18,7	179,8
Қарши	1	36,0	31,6	59,7	36,0	17,1	1,3	0,6	0,1	1,0	11,2	18,2	31,4	244,2
	2	41,0	36,0	56,0	40,0	17,0	1,0	0,0	0,0	0,0	8,0	21,0	31,0	251,0
	3	32,5	35,9	52,5	32,6	19,3	1,7	0,8	0,1	1,5	5,4	21,9	32,9	237,1
	4	35,7	42,1	46,5	34,8	18,8	1,6	0,6	0,2	1,1	4,7	24,4	27,2	237,7
Чимкўрғон	1	50,2	45,9	82,2	56,6	22,5	2,3	1,0	0,0	1,7	16,3	26,7	44,9	350,3
	2	48,0	48,0	87,0	61,0	21,0	2,0	1,0	0,0	1,0	15,0	28,0	41,0	353,0
	3	48,3	55,3	77,9	48,1	28,0	3,7	1,0	0,4	2,4	10,5	34,0	52,0	361,6
	4	52,6	64,0	75,5	48,2	27,7	3,4	0,5	0,5	1,9	9,8	40,7	44,1	368,9
Ғузур	1	49,6	47,0	74,3	54,7	22,1	1,1	1,0	0,0	1,2	15,2	24,5	44,1	334,8
	2	51,0	50,0	74,0	51,0	20,0	2,0	1,0	0,0	0,0	10,0	25,0	42,0	326,0
	3	44,7	54,5	75,0	51,4	28,9	3,7	1,1	0,6	1,4	10,4	30,3	46,8	348,8
	4	43,3	56,3	71,1	49,0	27,0	3,3	0,6	0,6	0,9	9,0	34,7	39,5	335,3
Шаҳрисабз	1	70,7	72,9	108,8	86,4	32,9	3,2	1,2	0,2	3,3	26,7	40,2	68,0	514,5
	2	77,0	86,0	124,0	92,0	41,0	4,0	1,0	0,0	1,0	22,0	46,0	69,0	563,0
	3	68,2	81,4	102,2	80,9	40,2	7,9	1,7	0,9	3,9	20,1	49,0	72,5	528,9
	4	71,8	86,0	98,2	80,8	45,0	7,2	1,1	1,2	2,7	18,4	60,2	62,2	534,8
Дехқонобод	1	44,4	41,5	72,4	61,7	24,9	3,7	0,7	0,0	0,8	14,8	22,1	42,9	329,9
	2	45,0	48,0	74,0	59,0	29,0	3,0	0,0	1,0	1,0	11,0	25,0	39,0	335,0
	3	43,1	50,7	70,0	50,3	34,3	5,3	1,2	0,1	1,0	12,1	30,6	45,9	344,6
	4	43,3	54,7	72,0	53,8	40,5	5,4	0,9	0,3	0,7	11,1	38,3	41,3	362,3
Оқработ	1	53,9	54,9	89,9	84,0	39,7	5,9	2,3	0,1	1,6	15,5	27,7	50,1	425,6
	2	54,0	63,0	97,0	88,0	44,0	7,0	2,0	0,0	1,0	12,0	31,0	49,0	448,0
	3	53,6	62,3	82,6	71,1	48,1	9,5	2,7	2,5	2,4	14,1	34,0	51,3	434,2
	4	52,7	68,3	80,8	74,0	52,1	9,5	1,8	2,8	1,8	13,5	41,5	45,6	444,4
Мингчукур	1	85,8	91,0	133,2	112,7	51,3	8,8	6,7	0,5	3,6	32,2	44,7	85,5	656,0
	2	85,0	98,0	136,0	121,0	62,0	8,0	3,0	1,0	2,0	27,0	52,0	80,0	675,0
	3	86,5	97,7	125,3	95,2	62,8	16,0	7,3	2,4	5,1	26,3	65,1	93,6	683,3
	4	90,1	106,1	116,0	101,0	68,3	18,8	5,2	3,2	4,5	26,6	73,9	83,5	697,2
Кўл*	3	66,6	96,6	112,2	112,1	96,4	47,2	18,5	4,4	13,0	43,6	67,1	71,9	749,6
	4	72,3	91,4	109,7	117,6	97,8	39,8	15,4	5,0	11,7	48,5	66,5	66,8	742,5
Сурхондарё вилояти														
Термиз	1	23,4	20,2	37,7	26,2	9,8	0,8	0,1	0,0	0,1	3,3	8,8	17,4	147,8
	2	23,0	22,0	32,0	21,0	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	9,0	19,0	140,0
	3	24,3	23,7	36,4	23,5	9,5	1,5	0,2	0,0	0,5	3,2	11,1	20,5	154,4
	4	22,9	29,6	31,5	24,3	9,5	1,3	0,2	0,0	0,5	3,0	20,0	17,8	160,6

Станция	Давр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Йил
Шеробод	1	32,3	28,4	46,4	27,6	10,2	0,8	0,5	0,0	0,1	5,4	11,3	23,7	186,7
	2	35,0	34,0	44,0	29,0	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	13,0	24,0	194,0
	3	35,7	32,3	49,2	28,8	14,2	5,2	0,2	0,6	0,3	5,1	14,5	30,3	216,4
	4	31,8	36,1	44,0	31,5	14,7	4,9	0,2	0,6	0,3	4,5	19,5	24,9	213,0
Шўрчи	1	44,7	39,9	68,7	43,3	16,1	0,8	0,2	0,0	0,5	9,7	18,9	33,9	276,7
	2	42,0	40,0	63,0	44,0	20,0	1,0	0,0	0,0	0,0	7,0	18,0	30,0	265,0
	3	44,8	46,8	67,0	39,3	24,0	4,1	0,8	0,0	0,9	7,6	22,1	42,4	299,8
	4	41,5	50,4	60,8	43,9	23,8	4,7	0,7	0,0	0,8	6,5	30,2	37,7	301,0
Денов	1	54,6	52,9	82,9	57,1	23,0	1,1	0,3	0,2	0,5	12,4	26,2	42,0	353,2
	2	56,0	52,0	79,0	63,0	32,0	3,0	0,0	0,0	0,0	8,0	28,0	42,0	363,0
	3	49,3	57,7	75,0	47,9	26,8	3,9	0,3	0,0	1,1	10,9	25,6	45,2	343,7
	4	44,7	59,3	66,2	51,3	28,5	4,7	0,4	0,1	1,0	11,1	34,4	44,5	346,2
Сариосиё*	4	39,1	62,2	62,7	58,8	28,3	4,0	0,8	0,4	0,6	11,4	40,8	33,9	343,0
Бойсун	1	61,2	58,4	96,6	87,9	44,1	4,8	4,4	1,2	1,4	15,7	25,5	53,2	454,4
	2	66,0	67,0	109,0	93,0	50,0	8,0	2,0	2,0	1,0	11,0	31,0	54,0	494,0
	3	56,9	65,6	89,8	68,4	45,8	13,1	5,8	1,4	2,6	14,2	30,8	55,9	450,3
	4	56,8	73,6	91,2	76,5	54,4	13,1	4,6	0,6	2,4	14,3	42,4	49,7	479,6

Изоҳ: Кўл* – 1- ва 2-даврлар маълумотлари мавжуд эмас. Сариосиё* – 1-, 2- ва 3-даврлар маълумотлари мавжуд эмас.

Примечание: Куль* – для периодов 1 и 2 данные отсутствуют. Сарыассия* – для периодов 1, 2 и 3 данные отсутствуют.

Note: Kul* – no data for periods 1 and 2. Saryassiya* – no data for periods 1, 2 and 3.



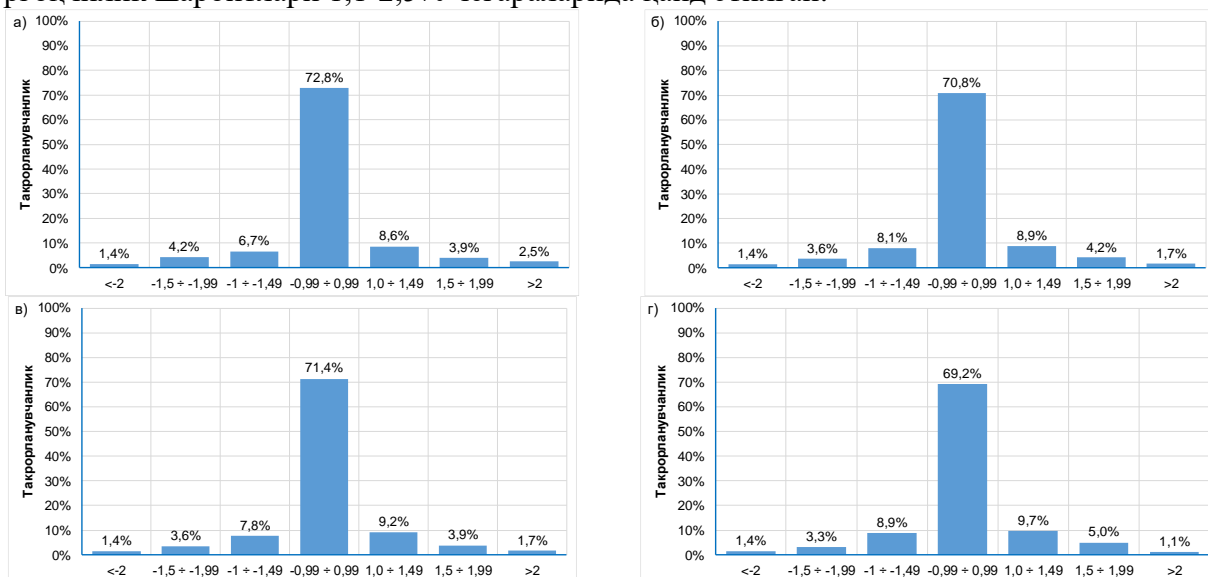
2-расм. Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида 1991-2020 йй. даврида кўп йиллик ўртача ёғинлар миқдорининг тақсимоти (ERA5 маълумотлари асосида)

Рис. 2. Распределение многолетней среднегодовой суммы осадков в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях в период 1991-2020 гг. (на основе данных ERA5)

Fig. 2. Distribution of long-term mean annual precipitation in Kashkadarya and Surkhandarya regions in the period 1991-2020. (based on ERA5 data)

ERA5 маълумотлари асосида ҳисобланган 1 ойлик SPI индекси қийматларининг таҳлили курғоқчилик даражаларининг нормал тақсимога эга эканлигини кўрсатди. Тадқиқ этилаётган даврда қиёслаш бажарилган 4 та станцияда 70,0% га яқин ҳолларда

меъёрга яқин намланиш даражаси қайд этилган. Экстремал намланиш ҳолатларининг такрорланувчанлиги бу станцияларнинг барчасида 1,4% ни ташкил этган бўлса, экстремал қурғоқчилик шароитлари 1,1-2,5% чегараларида қайд этилган.



3-расм. SPI 1 индекси бўйича намланиш даражаларининг такрорланувчанлиги, % (1991-2020 йй.)

а) Термиз, б) Бойсун, в) Шахрисабз, г) Мингчукур

Рис. 3. Повторяемость градаций увлажненности по индексу SPI 1, % (1991-2020 гг.)

а) Термез, б) Байсун, в) Шахрисабз, ж) Мингчукур

Fig. 3. Frequency of humidity gradations according to the SPI 1 index, % (1991-2020)

а) Termez, b) Baysun, c) Shakhrisabz, g) Mingchukur

Юқорида таъкидланганидек, SPI қиймати манфий бўлганида қурғоқчилик ҳодисаси содир бўлди деб ҳисобланади. Шу сабабли, 3-расмда марказдан чапда жойлашган тақсимот қурғоқчилик шароитларига мос келади. Давомийлигидан қатъий назар турли жадалликдаги қурғоқчилик ҳодисасининг такрорланиш эҳтимолликлари аниқланди (4-жадвал). 3-расмда келтирилган тақсимотга мувофиқ қурғоқчиликнинг кучсиз жадаллиги Термизда 100 та (3,6 ойда 1 марта), Бойсунда 134 та (2,7 ойда 1 марта), Шахрисабзда 122 та (3 ойда 1 марта) ва Мингчукурда 130 та (2,8 ойда 1 марта) ҳолатларда қайд этилган (жадвалда маҳраждаги маълумотлар). Ер усти кузатув маълумотлари асосида ҳисобланган SPI қийматларига кўра бу кўрсаткичлар муайян фарққа эга бўлиб, Термизда 122 та (3 ойда 1 марта), Бойсунда 128 та (2,8 ойда 1 марта), Шахрисабзда 135 та (3 ойда 1 марта) ва Мингчукурда 118 та (2,7 ойда 1 марта) ҳолатларда қайд этилган (жадвалда суратдаги маълумотлар). Қурғоқчиликнинг экстремал жадаллиги бўйича барча станцияларда бир хил кўрсаткич (5 та) қайд этилиб, у 6 йилда 1 марта такрорланиш эҳтимоллигига мос келади. Қурғоқчиликнинг мўътадил ва кучли жадалликлари бу станцияларда 10,9-30 ойда 1 марта такрорланишга эга.

Тадқиқ этилаётган 30 йилликда вегетация даври (март-октябрь) учун нам ва қурғоқчил ойлارнинг вақт давомидаги тақсимотини аниқлаш мақсадида ERA5 ҳамда Термиз, Бойсун, Шахрисабз ва Мингчукур метеорология станциялари кузатув маълумотлари асосида ҳисобланган 1 ойлик атмосфера ёғинлари ва SPI индекси қийматларининг йиллараро ўзгариш графиклари тузилди (4-7-расмлар). График

маълумотларининг таҳлили реанализ ва ер усти кузатув маълумотлари муайян қийматларга фарқ қилса-да, мос маълумотлар қаторлари орасидаги боғланишлар етарлича юқори эканлигини кўрсатди. Корреляция коэффициентлари, мос равишда ёгинлар миқдорлари бўйича 0,98, 0,96, 0,95 ва 0,98 ни, SPI индекси қийматлари бўйича 0,93, 0,83, 0,81 ва 0,90 ни ташкил этди.

4-жадвал

Қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги (1991-2020 йй.)

Таблица 4

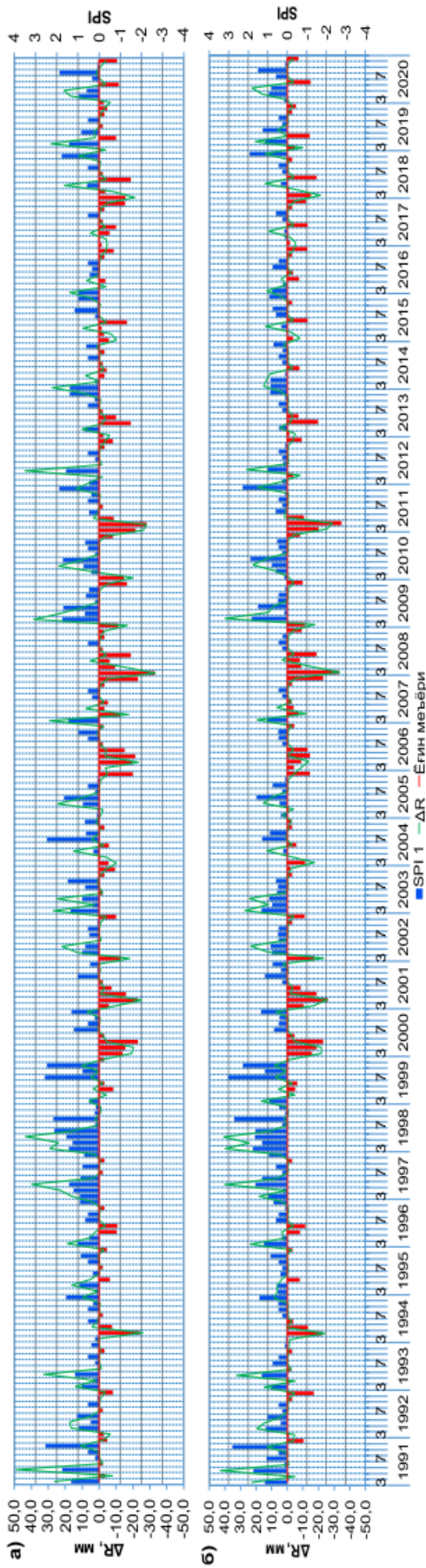
Вероятность повторения засухи (1991-2020 гг.)

Table 4

Probability of drought recurrence (1991-2020)

SPI 1	Қурғоқчилик даражаси	30 йил давомидаги холатлар сони	Қурғоқчилик эҳтимоллиги
		Ер усти/ERA5 маълумотлари асосида	
Термиз			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	122/100	3 ой/3,6 ойда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	18/24	20 ой/15 ойда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	18/15	20 ой/24 ойда 1 марта
<-2	Экстремал	5/5	6 йил/6 йилда 1 марта
Бойсун			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	128/134	2,8 ой/2,7 ойда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	31/29	11,6 ой/12,4 ойда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	16/13	22,5 ой/28 ойда 1 марта
<-2	Экстремал	5/5	6 йил/6 йилда 1 марта
Шахрисабз			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	135/122	3 ой/3 ойда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	27/29	10,9 ой/12,9 ойда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	15/13	30 ой/27,7 ойда 1 марта
<-2	Экстремал	5/5	6 йил/6 йилда 1 марта
Мингчуқур			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	118/130	2,7 ой/2,8 ойда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	33/32	13,3 ой/11,3 ойда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	12/12	24 ой/30 ойда 1 марта
<-2	Экстремал	5/5	6 йил/6 йилда 1 марта

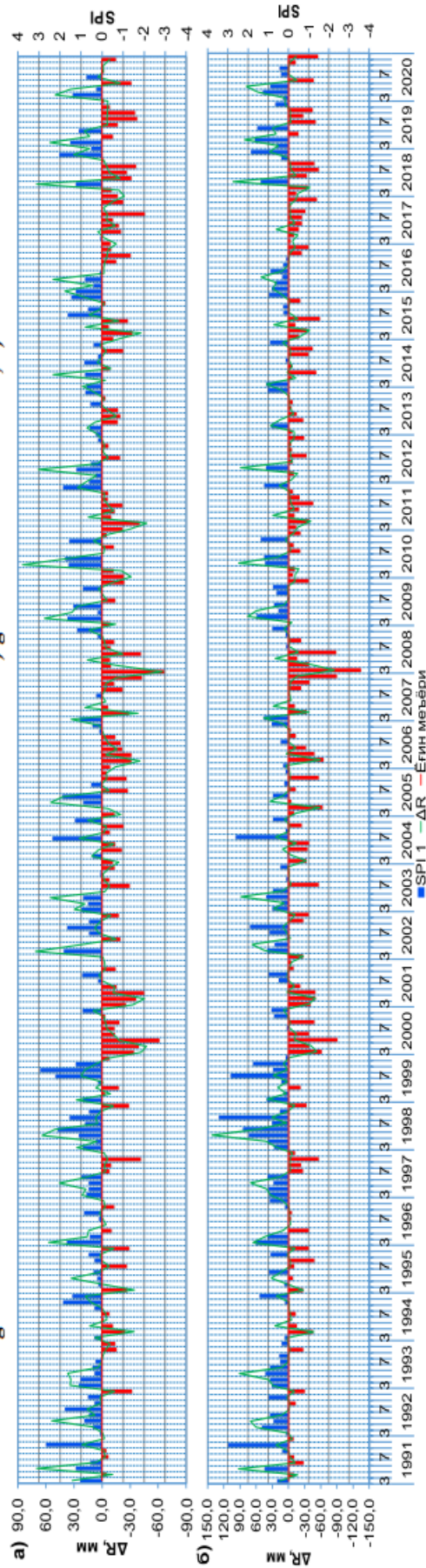
Вегетация даврига кирувчи ойлар учун SPI 1 индекси қийматларининг йиллараро ўзгариш графиклари нам ва қурғоқчил йилларни аниқлаш ва улар учун SPI 1 индексининг тақсимот карталарини тузишга асос бўлди. 4-7-расмларда келтирилган график маълумотларига кўра, маълумотлари таҳлил қилинаётган метеорология станцияларининг барчасида 1992, 1993, 1998, 1999, 2002, 2009, 2010, 2016 ва 2019 йилларнинг аксарият ойлари нам, 2000, 2001, 2006, 2008, 2014, 2017 ва 2018 йилларнинг аксарият ойлари қурғоқчил бўлган. Нам йиллар қаторидан 1998 йил ва қурғоқчил йиллар қаторидан 2008 йил учун Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятлари ҳудудларида ERA5 маълумотлари асосида тузилган SPI 1 индексининг тақсимот карталари 8-расмда келтирилган. Нам 1998 йилнинг баҳор-ёз мавсумларида бутун ҳудуд бўйлаб меъёрдан юқори намланиш қайд этилган бўлса, сентябрда Қашқадарёнинг чўл ҳудудлари ҳамда Сурхондарёнинг ғарби ва шаркида кучсиз қурғоқчилик, октябрда эса деярли бутун ҳудуд бўйлаб кучсиз ва мўътадил қурғоқчилик шароитлари шаклланган. Қурғоқчил 2008 йил март ва июнь ойларида ҳудудда мўътадилдан экстремалгача жадалликдаги қурғоқчилик кузатилган. Қолган ойларида меъёр атрофидаги ($-1 < SPI < 1$) намланиш шароитлари қайд этилган.



4-расм. Термизда SPI 1 индекснинг 1991-2020 йй. даги тақсироти: а) ер усти кузатув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари

Рис. 4. Распределение индекса SPI 1 в Термезе в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

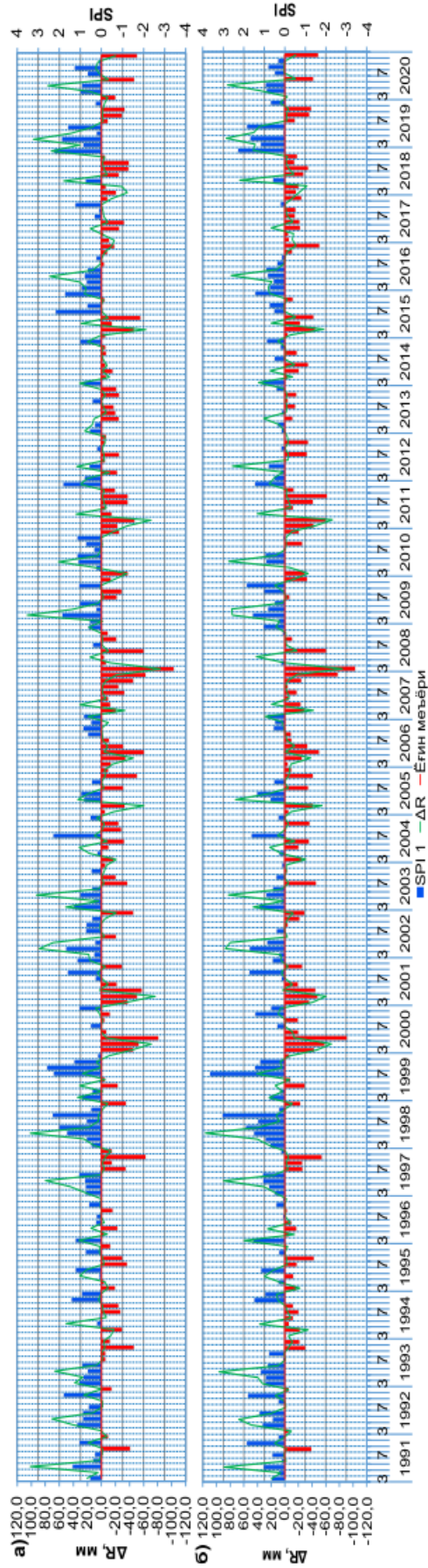
Fig. 4. Distribution of the SPI 1 index in Termez in 1991-2020: a) ground observation data, b) ERA5 data



5-расм. Бойсунда SPI 1 индекснинг 1991-2020 йй. даги тақсироти: а) ер усти кузатув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари

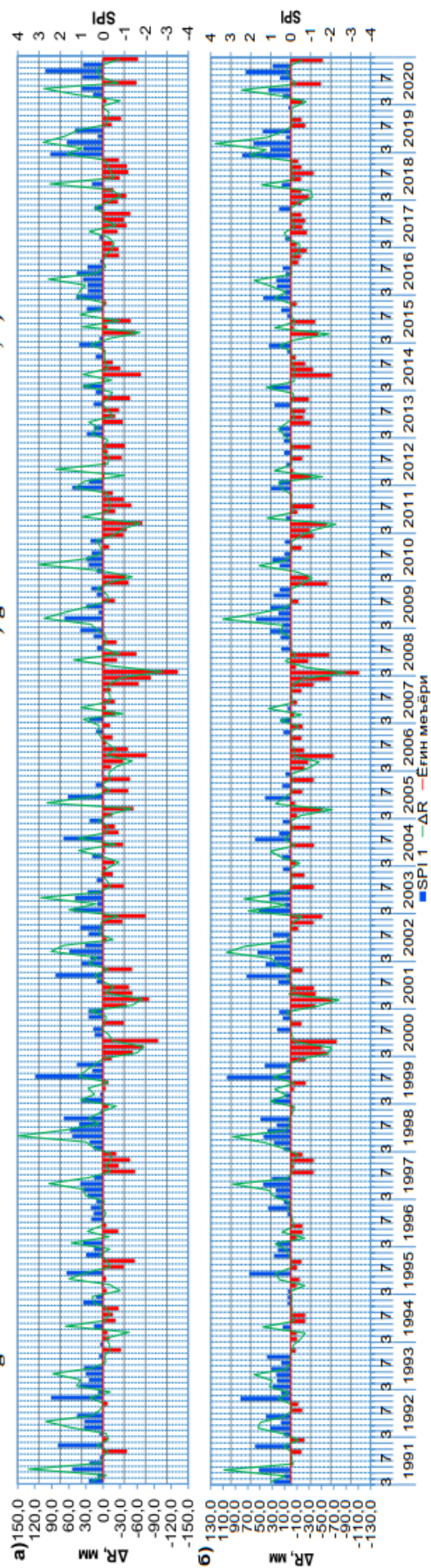
Рис. 5. Распределение индекса SPI 1 в Байсуне в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

Fig. 5. Distribution of the SPI 1 index in Baysun in 1991-2020: a) ground observation data, b) ERA5 data



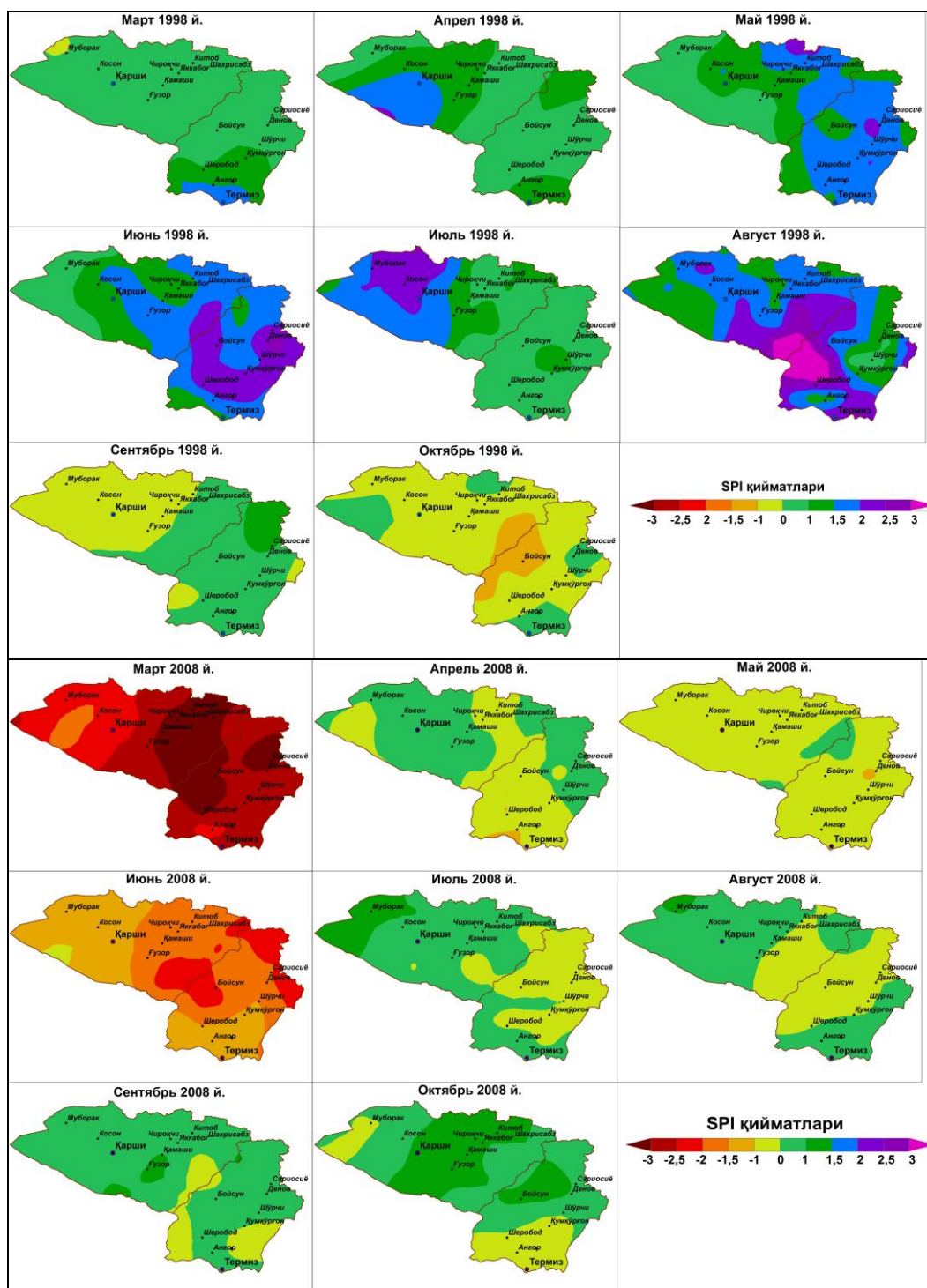
6-расм. Шахрисабзда SPI 1 индексининг 1991-2020 йй. даги тақсимоти: а) ер усти кузатув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари
 Рис. 6. Распределение индекса SPI 1 в Шахрисабзе в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

Fig. 6. Distribution of the SPI 1 index in Shakhrisabz in 1991-2020: а) ground observation data, б) ERA5 data



7-расм. Мингчукурда SPI 1 индексининг 1991-2020 йй. даги тақсимоти: а) ер усти кузатув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари
 Рис. 7. Распределение индекса SPI 1 в Мингчукуре в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

Fig. 7. Distribution of the SPI 1 index in Mingshukur in 1991-2020: а) ground observation data, б) ERA5 data

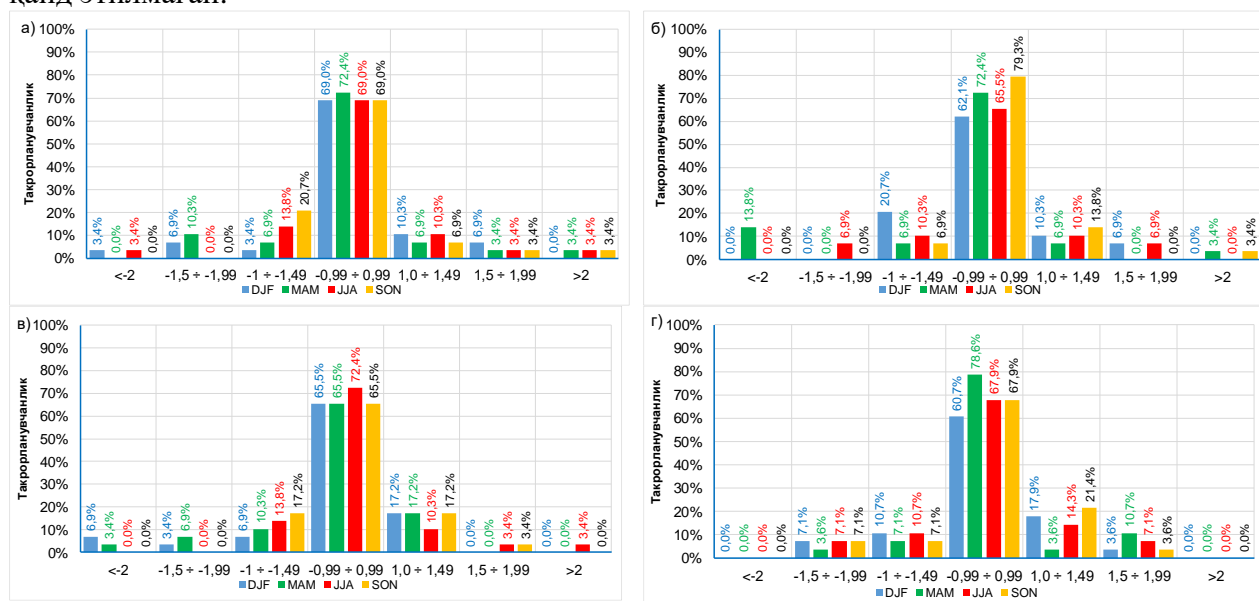


8-расм. Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида SPI 1 индексининг тақсироти
 а) нам 1998 йил, б) қурғоқчил 2008 йил

Рис. 8. Распределение индекса SPI 1 в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской
 областях
 а) влажный 1998 год, б) сухой 2008 год

Fig. 8. Distribution of the SPI 1 index in Kashkadarya and Surkhondarya regions
 a) wet 1998, b) dry 2008

ERA5 маълумотлари асосида SPI индексининг 3 ойлик (декабрь-февраль (DJF), март-май (MAM), июнь-август (JJA), сентябрь-ноябрь (SON)) қийматлари ҳам ҳисобланди (9-расм). Тадқиқ этилган 30 йиллик даврда барча мавсумлар учун қурғоқчилик даражаларининг таҳлили, 1 ойлик SPI индекси учун бўлгани каби, уларнинг нормал тақсимотга эга эканлигини кўрсатди. Барча мавсумларда меъёрга яқин намланиш даражаси Термизда 69,0%-72,4%, Бойсунда 62,1%-79,3%, Шаҳрисабзда 65,5%-72,4% ва Мингчукурда 60,7%-78,6% ҳолларда қайд этилган. Бу станцияларнинг барчасида экстремал намланиш ҳолатларининг такрорланувчанлиги 3,4% дан, экстремал қурғоқчилик шароитларининг такрорланувчанлиги эса 13,8% дан ошмайди. Таъкидлаш жоизки, Мингчукурда экстремал намланиш ва экстремал қурғоқчилик ҳолатлари умуман қайд этилмаган.



9-расм. SPI 3 индекси бўйича қурғоқчилик даражаларининг такрорланувчанлиги, % (1991-2020 йй.)

а) Термиз, б) Бойсун, в) Шаҳрисабз, г) Мингчукур

Рис. 9. Повторяемость градаций увлажненности по индексу SPI 3, % (1991-2020 гг.)

а) Термез, б) Байсун, в) Шахрисабз, ж) Мингчукур

Fig. 9. Repeatability of humidity gradations according to the SPI 3 index, % (1991-2020)

а) Termez, б) Baysun, в) Shakhrisabz, г) Mingchukur

ERA5 маълумотлари асосида ҳисобланган SPI индекси бўйича турли жадалликдаги қурғоқчилик ҳодисасининг такрорланиш эҳтимолликлари қурғоқчиликнинг кучсиз жадаллиги устуворлик қилишини кўрсатди (5-жадвал). Термизда бу жадалликдаги қурғоқчилик 2,7-3 йилда 1 марта, Бойсунда 1,3-7,5 йилда 1 марта, Шаҳрисабзда 2,3-3,8 йилда 1 марта, Мингчукурда эса 2,1-3,8 йилда 1 марта қайд этилган. Экстремал жадалликдаги қурғоқчилик Термизда фақат қиш ва ёзда 30 йилда 1 марта, Бойсунда фақат баҳорда 7,5 йилда 1 марта, Шаҳрисабзда қиш ва баҳорда 15 ва 30 йилда 1 марта такрорланган. Кучли жадалликдаги қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимолликлари Термизда қиш ва баҳорда мос равишда 15 ва 10 йилда 1 марта, Бойсунда ёз мавсумида 15 йилда 1 марта, Шаҳрисабзда қиш ва баҳорда мос равишда 30 ва 15 йилда 1 марта такрорланган бўлса, Мингчукурда қурғоқчиликнинг бу даражаси қиш, баҳор, ёз

ва куз мавсумларида мос равишда 15, 30, 15 ва 15 йилда 1 мартадан такрорланиш эҳтимоллигига эга.

5-жадвал

Қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги (1991-2020 йй.)

Таблица 5

Вероятность повторения засухи (1991-2020 гг.)

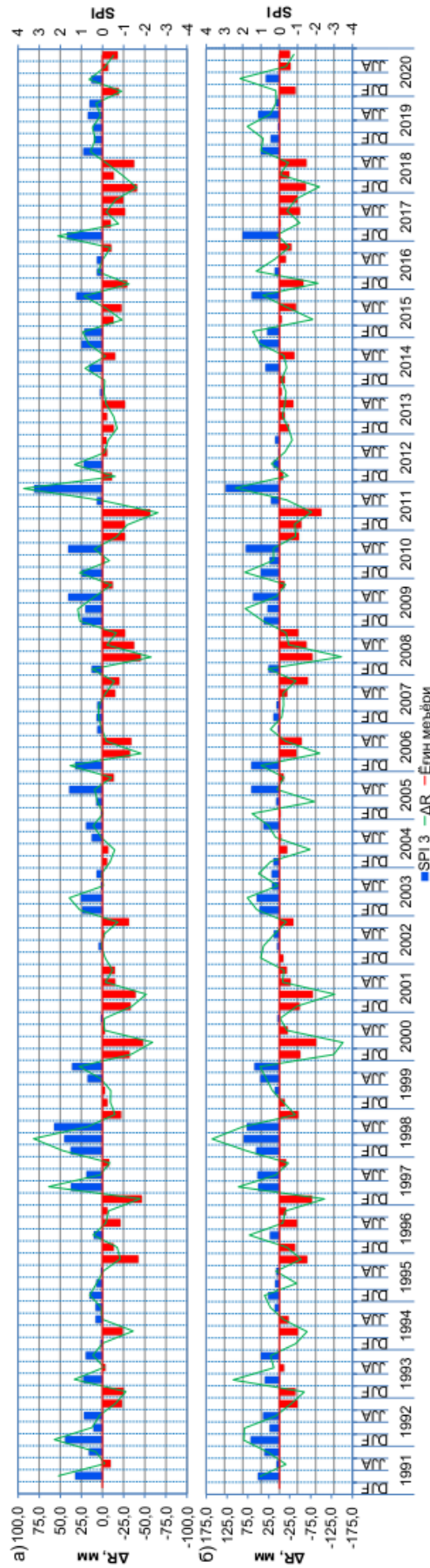
Table 5

Probability of drought recurrence (1991-2020)

SPI 3	Қурғоқчилик даражаси	30 йил давомидаги ҳолатлар сони				Қурғоқчилик эҳтимоллиги (n йилда 1 марта)			
		DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON
Термиз									
0 ÷ -0,99	Кучсиз	11	10	10	10	2,7	3	3	3
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	1	2	4	6	30	15	7,5	5
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	2	3	0	0	15	10	-	-
<-2	Экстремал	1	0	1	0	30	-	30	-
Бойсун									
0 ÷ -0,99	Кучсиз	7	4	24	14	4,3	7,5	1,3	2,1
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	6	2	3	2	5	15	10	15
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	0	0	2	0	-	-	15	-
<-2	Экстремал	0	4	0	0	-	7,5	-	-
Шаҳрисабз									
0 ÷ -0,99	Кучсиз	10	8	13	12	3	3,8	2,3	2,5
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	2	3	4	5	15	10	7,5	6
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	1	2	0	0	30	15	-	-
<-2	Экстремал	2	1	0	0	15	30	-	-
Мингчуқур									
0 ÷ -0,99	Кучсиз	8	14	9	11	3,8	2,1	3,3	2,7
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	3	2	3	2	10	15	10	15
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	2	1	2	2	15	30	15	15
<-2	Экстремал	0	0	0	0	-	-	-	-

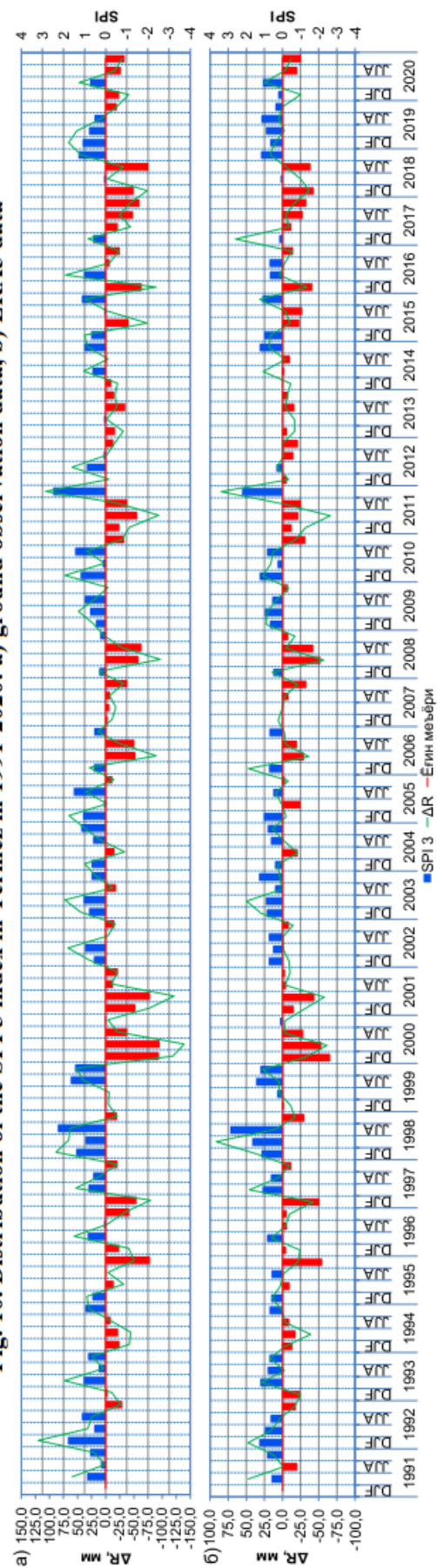
Қиёсий таҳлил бажарилаётган станцияларда йил мавсумларига мос келувчи 3 ойлик атмосфера ёғинлари ва ҳамда ERA5 ва ер усти кузатув маълумотлари асосида ҳисобланган SPI 3 индекси қийматларининг йиллараро ўзгариш графиклари 10-13-расмларда келтирилган. Ёғинлар миқдорларининг реанализ ва ер усти кузатув маълумотлари орасидаги корреляция коэффициентлари Термиз ва Бойсун учун 0,95, Шаҳрисабз учун 0,98 ва Мингчуқур учун 0,99 ни, SPI 3 индекси қийматлари бўйича мос равишда 0,96, 0,95, 0,99 ва 0,98 ни ташкил этди.

10-13-расмлардаги график маълумотларининг таҳлили асосида нам ва қурғоқчил бўлган йиллар аниқланди ҳамда нам 1998 йил ва қурғоқчил 2000 йил учун тадқиқ этилаётган ҳудудда ERA5 маълумотлари асосида тузилган SPI 3 индексининг тақсимот карталари тузилди (14-расм). Нам бўлган йиллар қаторига кирувчи 1998 йилнинг қиш, баҳор ва ёз мавсумларида бутун ҳудуд бўйлаб меъёрдан юқори намланиш қайд этилган. Куз мавсуми эса кучсиз ва мўътадил қурғоқчилик билан тавсифланади. 2000 йилнинг қиш ва баҳор мавсумлари ҳудудда мўътадилдан экстремалгача бўлган қурғоқчилик шароитлари, ёз мавсуми кучсиз ва мўътадил қурғоқчилик, куз эса кучсиз намланиш билан тавсифланади.



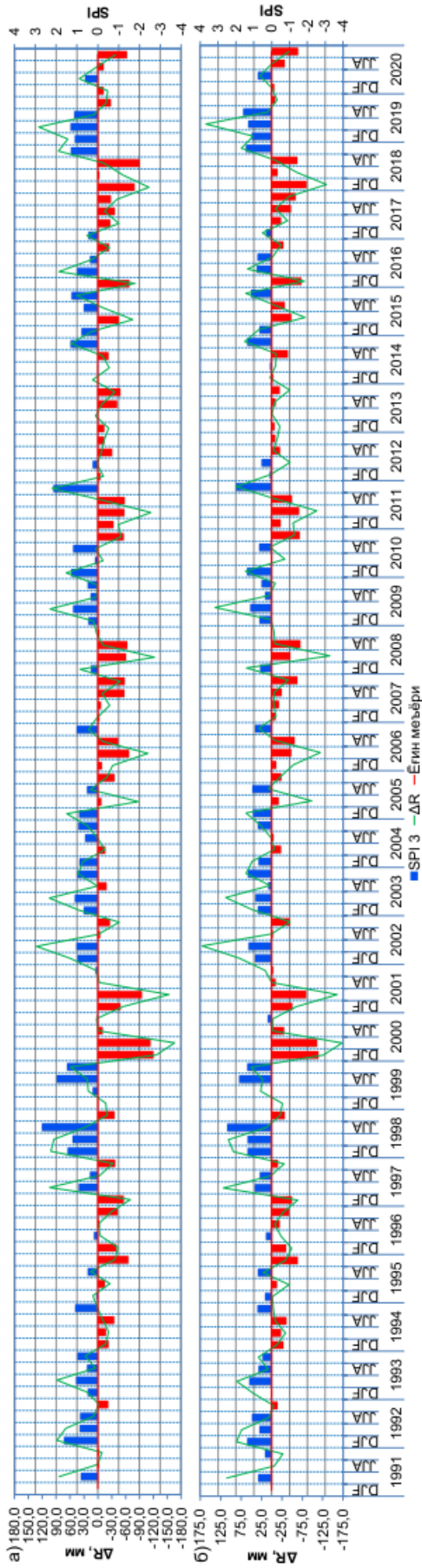
10-расм. Термизда SPI 3 индекснинг 1991-2020 йй. даги тақсироти: а) ер усти кузатув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари
 Рис. 10. Распределение индекса SPI 3 в Термезе в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

Fig. 10. Distribution of the SPI 3 index in Termez in 1991-2020: a) ground observation data, b) ERA5 data



11-расм. Байсунда SPI 3 индекснинг 1991-2020 йй. даги тақсироти: а) ер усти кузатув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари
 Рис. 11. Распределение индекса SPI 3 в Байсуне в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

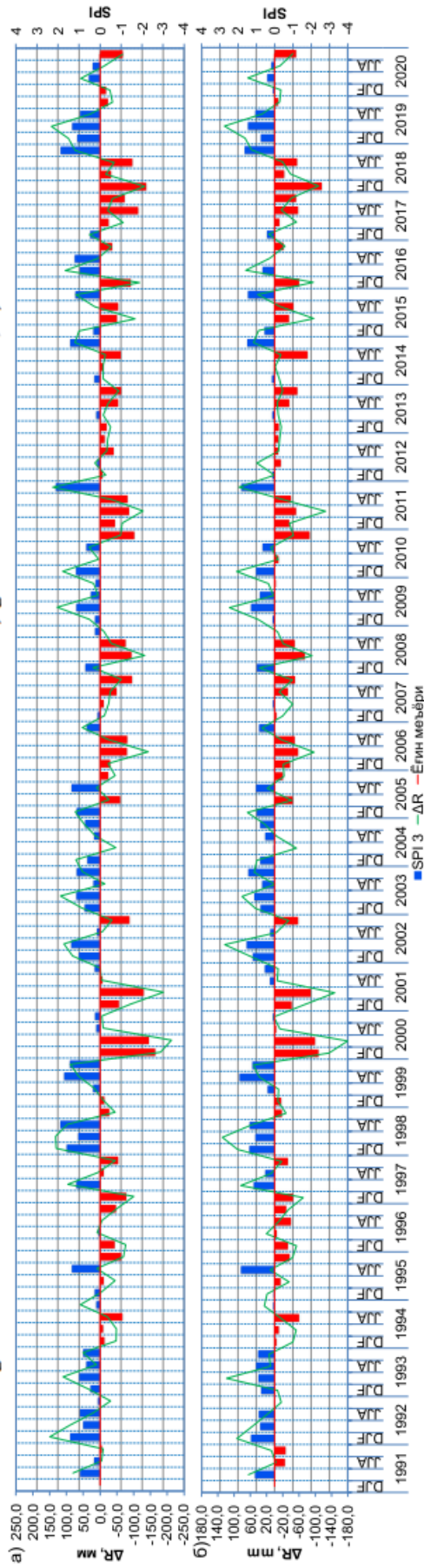
Fig. 11. Distribution of the SPI 3 index in Baysun in 1991-2020: a) ground observation data, b) ERA5 data



12-расм. Шахрисабзда SPI 3 индексинг 1991-2020 йй. даги тақсироти: а) ер усти кузагув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари

Рис. 12. Распределение индекса SPI 3 в Шахрисабзе в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

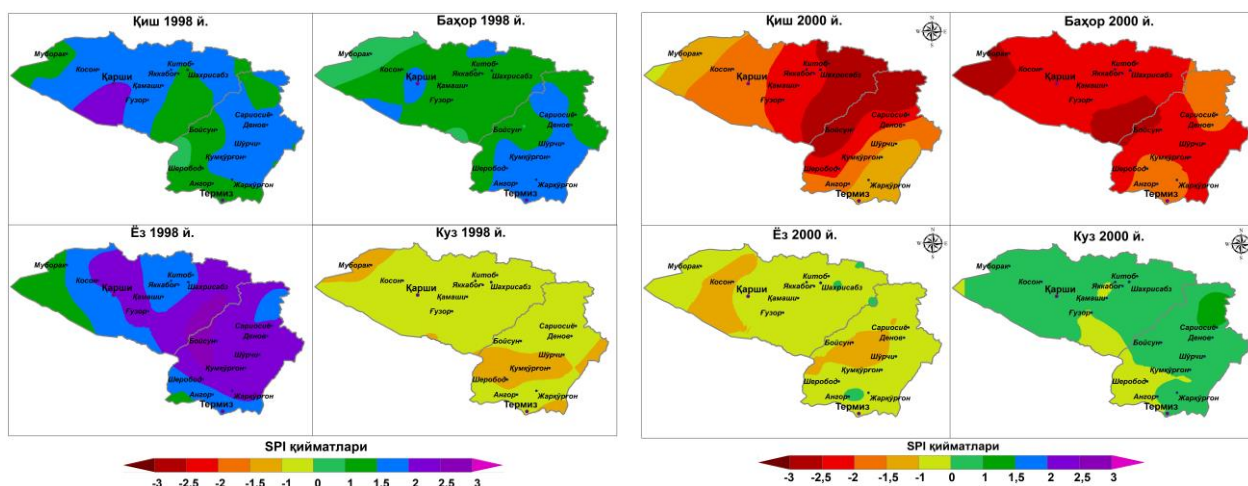
Fig. 12. Distribution of the SPI 3 index in Shakhrisabz in 1991-2020: a) ground observation data, b) ERA5 data



13-расм. Мингчукурда SPI 3 индексинг 1991-2020 йй. даги тақсироти: а) ер усти кузагув маълумотлари, б) ERA5 маълумотлари

Рис. 13. Распределение индекса SPI 3 в Мингчукуре в 1991-2020 гг.: а) данные наземных наблюдений, б) данные ERA5

Fig. 13. Distribution of the SPI 3 index in Mingchukur in 1991-2020: a) ground observation data, b) ERA5 data



14-расм. Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида SPI 3 индексининг тақсимоти
а) нам 1998 йил, б) қурғоқчил 2000 йил

Рис. 14. Распределение индекса SPI 3 в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской
областях
а) влажный 1998 год, б) сухой 2000 год

Fig. 14. Distribution of the SPI 3 index in Kashkadarya and Surkhondarya regions
a) wet 1998, b) dry 2000

Турли вақт оралиқлари учун SPI индексининг М.Л.Арушанов ва Г.Ш.Эшмуратовалар томонидан аниқланган кўп йиллик ўртача тақсимоти Ўзбекистоннинг айрим ҳудудларида совуқ ярим йилликда ўта катта экстремал намланиш (SPI қиймати 12 гача), илиқ ярим йилликда эса экстремал қурғоқчилик (SPI қиймати -2 дан кичик) кузатилишини кўрсатган [Арушанов, Эшмуратова, 2022]. Бизнинг тадқиқотларимиз эса ўрганилаётган 30 йиллик даврда алоҳида вақт оралиқлари учун SPI индексини кўп йиллик ўртачалаш натижалари 0 га яқин қийматларни ташкил этишини кўрсатди.

Тадқиқот сўнгида таъкидлаш ўринлики, Ўзбекистоннинг аксарият ҳудудлари каби жанубий вилоятлари ҳам ёз ва куз мавсумларида ёғинларнинг ўта камлиги билан тавсифланади. Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларининг текислик ҳудудларида июль-сентябрь даврида ёғинлар умуман қайд этилмайди. SPI индекси ёғинлар миқдори ўта катта ва ўта кичик бўлган ҳудудлар учун бир хил намланиш даражаларини кўрсатиши инobatга олинса, мазкур вилоятларнинг дарё оқими шаклланадиган тоғли ҳудудларида бу индекс фойдаланиш учун яроқли, суғориладиган майдонларида эса индексдан фойдаланиш самарадорлиги паст, деб ҳисоблаш мумкин.

Хулоса. Бажарилган тадқиқот натижаларига асосланиб қуйидаги хулоса ва тавсияларни бериш мумкин.

1. Термиз, Бойсун, Шаҳрисабз ва Мингчукур учун атмосфера ёғинларининг ERA5 реанализ базаси ва ер усти кузатув маълумотлари қаторлари орасидаги боғланишлар етарлича юқори эканлиги аниқланди. Март-октябрь даври учун кўп йиллик ўртача ойлик ёғинлар миқдорлари учун корреляция коэффицентлари, мос равишда 0,98, 0,96, 0,95 ва 0,98 ни, мавсумлар учун эса Термиз ва Бойсунда 0,95, Шаҳрисабзда 0,98 ва Мингчукурда 0,99 ни ташкил этди. 1 ойлик SPI индекси қийматлари бўйича корреляция коэффицентлари, мос равишда 0,93, 0,83, 0,81 ва 0,90, мавсумлар бўйича эса, мос равишда 0,96, 0,95, 0,99 ва 0,98 га тенг бўлди. Бу ҳолат ҳамда бир қатор илмий

адабиётларда олинган натижалар қурғоқчиликнинг ҳудудий тақсмотини тадқиқ этишда ERA5 реанализ базаси маълумотларидан фойдаланиш учун асос бўлди.

2. Термиз, Бойсун, Шаҳрисабз ва Мингчуқур жойлашган координаталар учун ERA5 маълумотлари асосида ҳисобланган 1 ва 3 ойлик SPI индекси қийматлари қурғоқчилик даражаларининг нормал тақсмотга эга эканлигини кўрсатди. 1991-2020 йилларни қамраб олувчи сўнгги 30 йиллик иқлимий даврда 1 ойлик SPI индекси бўйича 70,0% атрофидаги ҳолатларда, 3 ойлик SPI индекси бўйича эса 62,0%-68,0% ҳолатларда меъёрга яқин намланиш даражаси қайд этилган. Экстремал намланиш ва қурғоқчилик даражаларининг такрорланувчанлиги, мос равишда 2,5% ва 1,4% дан ортмайди. Давомийлигидан қатъий назар 1 ойлик SPI индекси қийматлари бўйича кучсиз қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги ўртача 3 ойда 1 марта, экстремал қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги эса 6 йилда 1 мартани ташкил этди. 3 ойлик мавсумлар бўйича кучсиз қурғоқчилик ўртача 8-10 ойда 1 марта, экстремал қурғоқчилик эса 15 йилда бир марта такрорланиш эҳтимоллигига эга эканлиги аниқланди.

3. Бажарилган таҳлилларга кўра, алоҳида вақт оралиқлари учун SPI индекси қийматларини кўп йиллик ўртачалаш меъёрга яқин намланиш даражасини кўрсатди. Шу сабабли SPI индекси бўйича қурғоқчилик тақсмотини карталаштиришда баҳолаш бажарилаётган вақт оралиқларининг ҳар бири учун алоҳида карталарни тузиш тавсия этилади.

4. SPI индексидан фойдаланишнинг содда ва қулайлиги, ёғинлар миқдори кам бўлган суғорма деҳқончилик юритиладиган минтақаларда қурғоқчиликни баҳолашда уни қўллаш оптимал эканлигини аниқламайди. Шу сабабли бундай минтақалар учун бошқа қурғоқчилик индексларидан фойдаланиш тавсия этилади.

Миннатдорчиликлар. 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 қуёш радиацияси маълумотларидан комплекс фойдаланиш» ва «Иқлимнинг даврийлиги ва аномаллигини инобатга олган ҳолда узлуксиз энергия таъминотида фотоэлектрик тизимларни режалаштириш учун қуёш радиациясининг ўзгаришини квазиреал вақт оралиғида баҳолаш ва башоратлашнинг математик моделини ишлаб чиқиш» лойиҳалари доирасида амалга оширилди.

Муаллифлар ҳиссаси. **Б.М. Холматжанов:** мақола ғояси, раҳбарлик, натижалар таҳлили. **И.М. Махмудов, Ф.Б. Сафаров, С.У. Бегматов:** маълумотлар базасини шакллантириш, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Д.Ў. Ярашев:** SPI индексини ҳисоблаш, натижалар таҳлили, карталаштириш. **Д.Б. Истамов:** SPI индексини ҳисоблаш дастурини ёзиш. Барча муаллифлар қўлзўманнинг нашрга тавсия этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилигини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Арушанов М.Л., Вдовенко А.И. Разложения полей аномалий среднемесячной температуры по естественным ортогональным функциям с использованием данных реанализа на территории Узбекистана и сопредельных стран // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды, №2, 2022. – С. 8-21.

Арушанов М.Л., Рахматова Н.И. Простой метод расчёта индекса засухливости SPI на основе аппроксимации кубическим полиномом эмпирической функции частоты распределения осадков / Географическая наука Узбекистана и России: общие проблемы, потенциал и перспективы сотрудничества. Матер. межд. науч.-прак. конф. – Ташкент. 13-19 мая, 2019. – С. 44-47.

Арушанов М.Л., Эшмуратова Г.Ш. Мониторинг атмосферной засушливости на основе расчёта модифицированного индекса SPI на территории Узбекистана // Центральноеазиатский журнал географических исследований, № 3-4, 2022. – С. 50-57.

Махмудов И.М., Бегматов С.У., Ярашев Д.У., Холматжанов Б.М. Пространственное распределение температуры воздуха и количества осадков на юге Узбекистана в период 1991-2020 гг. // Экономика и социум, №2(117), 2024. – С. 1-8.

Рахимов Э.Ю., Омонов Б.Ю., Холматжанов Б.М., Абдикулов 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.

Рахмонов К.Р., Умирзаков Ф.Ў., Рапиқов Б.Р. Иқлим ўзгаришининг метеорологик қурғоқчиликка таъсири баҳолаш (Чирчиқ дарёси ҳавзаси мисолида) // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги, №3, 2022. – Б. 43-51.

Русин И.Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза. – С-Пб.: РГГМУ, 2003. – 140 с.

Умирзаков Ф.Ў., Рахмонов К.Р., Омонов Н.О. Метеорологик ва гидрологик қурғоқчиликлар орасидаги боғланишларни статистик баҳолаш // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги, №4, 2021. – Б. 52-62.

Уткузова Д.Н., Хан В.М., Вильфанд Р.М. Статистический анализ эпизодов экстремальной засушливости и увлажненности на территории РФ // Оптика атмосферы и океана, 28, № 1, 2015. – С. 66-79.

Холматжанов Б.М., Омонов Б.Ю., Истамов Д.Б., Бегматов С.У., Махмудов И.М., Сафаров Ф.Б., Ахмуратова Б.Х., Охунов Р.З. Қорақалпоғистон Республикаси, Жиззах, Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятлари учун ERA5 базаси ва ер усти кузатувлари бўйича шудринг нуқтаси ҳарорати маълумотларини верификациялаш // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги, №4, 2023. – Б. 8-19.

Ўзбекистон Республикаси станциялари бўйича ўртача кўп йиллик метеоэлементлар қийматлари (1961-1990 йй. даври учун). – Тошкент: Ўзгидромет, 2003. – 17 б.

Ўзбекистон Республикаси станциялари бўйича ўртача кўп йиллик метеоэлементлар қийматлари (1971-2000 йй. даври учун). – Тошкент: Ўзгидромет, 2009. – 110 б.

Ўзбекистон Республикаси станциялари бўйича ўртача кўп йиллик метеоэлементлар қийматлари (1981-2010 йй. даври учун). – Тошкент: Ўзгидромет, 2017. – 30 б.

Ўзбекистон Республикаси станциялари бўйича ўртача кўп йиллик метеоэлементлар қийматлари (1991-2020 йй. даври учун). – Тошкент: Ўзгидромет, 2022. – 70 б.

Byun H.R., Wilhite D.A. Daily quantification of drought severity and duration // Journal of Climate, 1999. 12(9):2747-2756. DOI: 10.1175/1520-0442(1999)012<2747:OQODSA> 2.0.CO;2.

Hayes M., Svoboda M., Wall N., Widhalm M. The Lincoln Declaration On Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended // Bulliten of American Meteorological Society, 2011. 92(4):485-488. <https://doi.org/10.1175/2010BAMS3103.1>.

Hu Z., Zhang C., Hu Q., Tian H. Temperature Changes in Central Asia from 1979 to 2011 Based on Multiple Datasets // J. Clim., 27, 2014. – PP. 1143-1167.

McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales / Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society.

Rakhmatova N., Arushanov M., Shardakova L., Nishonov B., Taryannikova R., Rakhmatova V., Belikov D.A. Evaluation of the Perspective of ERA-Interim and ERA5 Reanalyses for Calculation of Drought Indicators for Uzbekistan // Atmosphere, 12(5):527. 2021. <https://doi.org/10.3390/atmos12050527>.

World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP): Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines. Series 2. Geneva. WMO – No. 1173. 2016. – 45 p.

World Meteorological Organization (WMO): Standardized Precipitation Index User Guide. WMO – No. 1090. 2012. – 18 p.

Электрон манбалар:

CRAN Package Check Results for Package SPI. URL: https://cran-archive.r-project.org/web/checks/2021/2021-02-15_check_results_spi.html

National Drought Mitigation Center (2018). SPI Generator [software]. University of Nebraska–Lincoln. URL: <https://drought.unl.edu/Monitoring/SPI/SPIProgram.aspx>

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

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ ВО ВРЕМЕНИ НА ЮГЕ УЗБЕКИСТАНЕ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСА SPI

Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ^{1,2}, И.М. МАХМУДОВ², Ф.Б. САФАРОВ³,
С.У. БЕГМАТОВ², Д.Ў. ЯРАШЕВ², Д.Б. ИСТАМОВ^{1,4}

¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, b.xolmatjanov@nuu.uz

² Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, sardor0752@gmail.com

³ Агентство гидрометеорологической службы, sfazizbek@gmail.com

⁴ Физико-технический институт Академии наук Республики Узбекистан, istamov@uzsci.net

Аннотация. В статье на основе индекса SPI оценены статистические показатели 1- и 3-х месячной метеорологической засухи на юге Узбекистана – Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях в период 1991-2020 гг. и изучено ее пространственное распределение. В исследовании использовались данные об атмосферных осадках 15 метеорологических станций, расположенных в регионе и базы данных реанализа ERA5 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды. Результаты оценки совместимости рядов наблюдений Термеза и Шахриябза, расположенных на орошаемых территориях и Мингчукура и Байсуна, расположенных в горных районах с данными реанализа показали, что в период март-октябрь коэффициенты корреляции для многолетних средних 1-месячных сумм осадков составляют 0,98, 0,96, 0,95 и 0,98, соответственно, а для 3-х месячных сезонов – 0,95 в Термезе и Байсуна, 0,98 в Шахриябзе и 0,99 в Мингчукуре. 1- и 3-х месячные степени увлажненности, рассчитанные на основе данных ERA5, имеют нормальное распределение. Установлено, что по 1-месячным индексам SPI степень увлажненности, близкая к норме, регистрируется в 70,0% случаев, по 3-х месячным индексам в 62,0%-68,0% случаев, а повторяемость экстремальной засухи не превышает 1,4% и 2,5%, соответственно. На основе графиков межгодового изменения индекса SPI выделены влажные и засушливые годы, составлены карты распределения 1-месячного индекса SPI для 1998 и 2008 годов и 3-х месячного индекса SPI для 1998 и 2000 годов.

Ключевые слова: количество осадков, ERA5, засуха, SPI, Кашкадарья, Сурхандарья.

ASSESSMENT OF CHANGES IN METEOROLOGICAL DROUGHT OVER TIME IN SOUTHERN UZBEKISTAN BASED ON THE SPI INDEX

В.М. KHOLMATJANOV^{1,2}, И.М. MAKHMUDOV², Ф.Б. SAFAROV³,
С.У. BEGMATOV², Д.У. YARASHEV², Д.Б. ISTAMOV⁴

¹ National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, b.xolmatjanov@nuu.uz

² Hydrometeorological Research Institute, sardor0752@gmail.com

³ Agency of Hydrometeorological Service, sfazizbek@gmail.com

⁴ Institute of Physics and Technics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, istamov@uzsci.net

Abstract. The article, based on the SPI index, evaluates the statistical indicators of 1 and 3 month meteorological drought in the south of Uzbekistan - Kashkadarya and Surkhandarya regions in the period 1991-2020, and its spatial distribution was studied. The study used precipitation data from

15 meteorological stations located in the region and the ERA5 reanalysis database of the European Center for Medium-Range Weather Forecasts. The results of assessing the compatibility of observation series of Termez and Shakhriyabz, located in irrigated areas, and Mingchukur and Baysun, located in mountainous areas, with reanalysis data showed that in the period March-October, the correlation coefficients for long-term average 1 month precipitation amounts are 0.98, 0.96, 0.95 and 0.98, respectively, and for 3 month seasons - 0.95 in Termez and Baysun, 0.98 in Shakhriyabz and 0.99 in Mingchukur. The 1 and 3 month moisture levels calculated from ERA5 data are normally distributed. It has been established that according to 1 month SPI indices, the degree of moisture close to normal is recorded in 70.0% of cases, according to 3 month indices in 62.0%-68.0% cases, and the frequency of extreme drought does not exceed 1.4% and 2.5%, respectively. Based on graphs of interannual changes in the SPI index, wet and dry years were identified, distribution maps of the 1 month SPI index for 1998 and 2008 and the 3 month SPI index for 1998 and 2000 were compiled.

Keywords: precipitation, ERA5, drought, SPI, Kashkadarya, Surkhandarya.

REFERENCES

Arushanov M.L., Vdovenko A.I. Razlojaniya poley anomalii srednemesyachnoy temperaturi po yestestvennym ortogonalnim funktsiyam s ispolzovaniyem dannih reanaliza na territorii Uzbekistana i sopredelnih stran [Expansions of anomal fields of the monthly mean temperature in natural orthogonal functions using reanalysis data on the territory of Uzbekistan and neighboring countries] // *Gidrometeorologiya i monitoring okrujayushchey sredy*, №2, 2022. – S. 8-21. (in Russian)

Arushanov M.L., Rakhmatova N.I. Prostoy metod raschyota indeksa zasushlivosti SPI na osnove approksimatsii kubicheskim polinomom empiricheskoy funktsii chastoti raspredeleniya osadkov [A simple method for calculating the aridity index SPI based on a cubic polynomial approximation of the empirical frequency distribution function of precipitation] / *Geograficheskaya nauka Uzbekistana i Rossii: obshiyeh problemi, potentsial i perspektivi sotrudnichestva. Mater. mejd. nauch.-prak. konf.* – Tashkent. 13-19 maya, 2019. – S. 44-47. (in Russian)

Arushanov M.L., Eshmuratova G.Sh. Monitoring atmosfernoy zasushlivosti na osnove raschyota modifitsirovannogo indeksa SPI na territorii Uzbekistana [Monitoring of atmospheric dryity based on the calculation of the modified spi index on the territory of Uzbekistan] // *Sentralnoaziatskiy jurnal geograficheskikh issledovaniy*, № 3-4, 2022. – S. 50-57. (in Russian)

Makhmudov I.M., Begmatov S.U., Yarashev D.U., Kholmatjanov B.M. Prostranstvennoe raspredelenie temperaturi vozduha i kolichestva osadkov na yuge Uzbekistana v period 1991-2020 gg. [Spatial distribution of air temperature and precipitation in the Southern Uzbekistan in the period 1991-2020] // *Ekonomika i sotsium*, №2(117), 2024. – S. 1-8. (in Russian)

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

Rakhmonov K.R., Umirzakov G.U., Rapikov B.R. Iklm ozgarishining meteorologik kurgokchilikka tasirini baholash (Chirchik, daryosi havzasi misolida) [Assessment of the impact of climate change on meteorological drought (on example of the Chirchik River basin)] // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi*, №3, 2022. – B. 43-51. (in Uzbek)

Rusin I.N. Stihiyaniye bedstviya i vozmojnosti ih prognoza [Natural disasters and the possibilities of their forecast]. – S-Pb.: RGGMU, 2003. – 140 s. (in Russian)

Umirzakov G.U., Rakhmonov K.R., Omonov N.O. Meteorologik va gidrologik kurgokchiliklar orasidagi boglanishlarni statistik baholash [Statistical assessment of the correlations between meteorological and hydrological drought] // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi*, №4, 2021. – B. 52-62. (in Uzbek)

Utkuzova D.N., Khan V.M., Vilfand R.M. Statisticheskii analiz epizodov ekstremalnoy zasushlivosti i uvlajnenosti na territorii RF [Statistical analysis of extreme drought and wet conditions in the Russian Federation] // *Optika atmosferi i okeana*, 28, № 1, 2015. – S. 66-79. (in Russian)

Kholmatjanov B.M., Omonov B.Yu., Istamov D.B., Begmatov S.U., Makhmudov I.M., Safarov F.B., Akhmuratova B.Kh., Okhunov R.Z. Korakalpogiston Respublikasi, Jizzah, Kashkadaryo va Surkhondaryo viloyatlari uchun ERA5 bazasi va yer usti kuzatuvlari bo'yicha shudring nuktasi harorati malumotlarini verifikatsiyalash [Verification of ground measurement data of dew point temperature with ERA5 base data for the Republic of Karakalpakstan, Jizzakh, Kashkadarya and Surkhondarya regions] // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi*, №4, 2023. – B. 8-19. (in Uzbek)

Ozbekiston Respublikasi stantsiyalari bo'yicha ortacha kop yillik meteoelementlar qiymatlari (1961-1990 yy. davri uchun) [Average multi-year meteorological elements values for the stations of the Republic of Uzbekistan (for the period 1961-1990)]. – Toshkent: Ozgidromet, 2003. – 17 b. (in Uzbek)

Ozbekiston Respublikasi stantsiyalari bo'yicha ortacha kop yillik meteoelementlar qiymatlari (1971-2000 yy. davri uchun) [Average multi-year meteorological elements values for the stations of the Republic of Uzbekistan (for the period 1971-2000)]. – Toshkent: Ozgidromet, 2009. – 110 b. (in Uzbek)

Ozbekiston Respublikasi stantsiyalari bo'yicha ortacha kop yillik meteoelementlar qiymatlari (1981-2010 yy. davri uchun) [Average multi-year meteorological elements values for the stations of the Republic of Uzbekistan (for the period 1981-2010)]. – Toshkent: Ozgidromet, 2017. – 30 b. (in Uzbek)

Ozbekiston Respublikasi stantsiyalari bo'yicha ortacha kop yillik meteoelementlar qiymatlari (1991-2020 yy. davri uchun) [Average multi-year meteorological elements values for the stations of the Republic of Uzbekistan (for the period 1991-2020)]. – Toshkent: Ozgidromet, 2022. – 70 b. (in Uzbek)

Electronic resources:

CRAN Package Check Results for Package spi. URL: https://cran-archive.r-project.org/web/checks/2021/2021-02-15_check_results_spi.html

National Drought Mitigation Center (2018). SPI Generator [software]. University of Nebraska–Lincoln. URL: <https://drought.unl.edu/Monitoring/SPI/SPIProgram.aspx>

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

УДК 551.583

ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА НАМАНГАН ВИЛОЯТИДА ЁҒИН МИҚДОРИДАГИ ЎЗГАРИШЛАР

М.Р. ҚОРИЕВ^{1*}

¹ Наманган давлат университети, qoriyevmirzohid@mail.ru

Аннотация. Мақолада глобал иқлим ўзгариши шароитида Наманган вилоятида ёгин миқдоридagi ўзгаришлар таҳлил қилинган. Ёгин миқдоридagi ўзгаришларни баҳолаш тўғри чизиқли трендни ҳисоблаш усули орқали амалга оширилган. Таҳлиллар Наманган ва Поп метеорология станцияларининг 1951-2022 йиллардаги ўртача ойлик ва йиллик ёгин миқдори маълумотлари асосида амалга оширилган.

Калит сўзлар: глобал иқлим ўзгариши, ёгин миқдори, тўғри чизиқ тенграмаси, тренд қийматлари, хронологик графиклар.

Кириш. Глобал иқлим ўзгариши натижасида Ер юзасининг турли минтақаларида ёгин миқдори, уни йил ичи тақсимоти, турлари ва бошқа жиҳатлари бўйича сезиларли ўзгаришлар кузатилмоқда. Айрим минтақаларда ёгин миқдори ортса, айримларида эса камаймоқда. Ёгин миқдорининг йил ичидаги тақсимотида ҳам ўзгаришлар кузатилиб, бу борада ҳам салбий ҳолатлар, яъни нотекис тақсимотнинг кескинлашуви кучайиб бормоқда. Натижада жала ёгинларининг сони одатдагидан ортмоқда, қурғоқчилик

* Масъул муаллиф: qoriyevmirzohid@mail.ru, тел.: +998 93 056-60-26

жараёнлари эса кучайиб бормоқда. Олиб борилаётган тадқиқотлар ушбу фикрларни тасдиқлайди. Жумладан, Ш.А.Халиллаев ва Б.Т.Жабборовларга кўра, дунёнинг кўпгина минтақаларида табиий мувозанат бузилмоқда: айрим жойларда ёғингарчилик одатдагидан анча кўп бўлса, бошқа ҳудудларда қурғоқчилик авж олмақда [Халиллаев, Жабборов, 2022].

Ҳароратнинг ортиши гидрологик цикл ўзгаришини тезлаштиради, атмосфера ҳавосининг нам сифимини оширади ва унинг барқарорлиги камаяди. Натижада, бу ҳолат ёғингарчилик, жумладан, кучли жалалар сонининг ортишига олиб келади. Э.Тренбертхнинг ҳисоб-китобларига кўра глобал ҳароратнинг 1°C га ортиши билан атмосфера ҳавосининг нам сифими 7% га ортади. Шу билан бирга, ҳароратнинг кўтарилиши буғланишнинг ортишига ва, натижада, Ер сиртининг қуришига ва қурғоқчилик интенсивлиги ҳамда давомийлигининг ортишига олиб келади. Бундан ташқари, бўронлар, момақалдиروқлар, экстратропик ёмғирлар, қор бўронлари, тропик циклонлар ва кучли жала ёғинларининг авж олиши кузатилади [Kevin, 2011]. С.В.Мягков ҳам иқлим ўзгариши билан боғлиқ ҳолда дунё бўйлаб экстремал об-ҳаво ҳодисалари сонининг ортиб бораётганлигини, хусусан, жала ёғинлари миқдори 40% га ортганлигини таъкидлаган [Мягков, 2021].

Иқлим ўзгариши шароитида Ўзбекистонда атмосфера ёғинларининг ўзгариши бўйича олиб борилган тадқиқотлар ҳам алоҳида аҳамиятга эга. Л.И.Молоснова, О.И.Субботина ва С.Г.Чанишевларнинг ҳисоблаш натижаларига кўра, Ўзбекистонда 1941-1950 йиллар энг кам ёғинли ўн йиллик бўлган; намга бой ўн йилликлар эса 1951-1960 ва 1981-1990 йиллардир [Молоснова и др., 1987]. Умуман олганда, 1961-1990 йилларда Ўзбекистоннинг текислик қисмида ёғин миқдори ортиб борганлиги қайд этилган. 1991-2000 йилларда эса тоғ ва тоғолди ҳудудларда ҳам ёғин миқдори меъеридан кўп бўлган [Солиев, 2021].

Ёғинлар миқдорининг йиллараро ўзгаришида тренднинг мавжудлиги ҳам илмий адабиётларда баҳсли. Масалан, В.Е.Чубнинг таъкидлашича, метеостанцияларни алоҳида-алоҳида қараганда, уларнинг ёғин миқдорида тренд яққол эмас [Чуб, 2000]. Т.О.Ососкова, Т.Ю.Спекторман ва В.Е.Чуб қаламига мансуб “Иқлим ўзгариши” китобида охириги 100 йил мобайнида Тошкентда ёғинлар миқдорида ортиш ёки камайиш кузатилмаганлиги қайд этилган [Ососкова и др., 2006]. Г.Е.Глазырин эса бунда тренд мавжудлигини кўрсатиб ўтган ва унинг ишончлилигини қиш ойлари учун 99% даражада эканлигини қайд этган [Глазырин, 1982; Глазырин и др., 1991]. Ёғин миқдорида мусбат тренд борлигини бир неча метеостанциялар бўйича З.Н.Фатхуллаева ва С.Х.Йўлдашевлар тасдиқлашган [Фатхуллаева, Юлдашева, 2006]. Л.А.Карандаева ва Б.К.Царёв тоғли ҳудудлардаги бир неча метеорология станциялари маълумотлари бўйича ёғин миқдори тренди мусбат ва анча катта эканлигини таъкидлашган [Карандаева, Царёв, 2005].

Ёғин миқдорида тренд борлиги ва унинг миқдори 1 мм/йил га яқин эканлиги Наманган метеостанцияси маълумотлари бўйича ҳам ҳисобланган. Жумладан, ёғин миқдоридаги тренд қиш ва кузда каттароқ, баҳор ва ёзда кичикроқ қийматларга эга. Яъни, қиш ва кузда 0,32-0,34 мм/йил, баҳор ва ёзда 0,14-0,16 мм/йил, йилига эса 1,0 мм га яқин эканлиги аниқланган [Солиев, 2021]. Демак, бу ҳолатлар ҳозирги глобал иқлим ўзгариши шароитида юз бермоқда.

Ишнинг мақсади ва вазифалари. Мазкур ишнинг мақсади дунё миқёсида юз бераётган иқлим ўзгариши шароитида Наманган вилоятининг ёғин миқдоридаги ўзгаришларни аниқлашдан иборат. Мақсад доирасида қуйидаги вазифалар белгиланди ва улар тадқиқот жараёнида ўз ечимини топди.

1. Наманган вилоятидаги мавжуд 2 та – Наманган ва Поп метеорология станцияларининг 1951-2022 йиллардаги ўртача ойлик ва йиллик ёғин миқдорлари кузатув маълумотлари асосида трендни ҳисоблаш.

2. Наманган ва Поп метеорология станцияларининг 1951-2022 йиллардаги маълумотлари асосида ўртача мавсумий ва ўртача йиллик ёғин миқдорларининг хронологик графикларини тузиш ҳамда уларни таҳлил қилиш.

Тадқиқот объекти ва предмети. Ишда тадқиқот **объекти** сифатида Наманган вилояти танлаб олинди. Иқлим ўзгариши шароитида Наманган вилоятининг ёғин миқдоридаги ўзгаришларни аниқлаш тадқиқотнинг **предмети** ҳисобланади.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Тадқиқот ишни бажариш жараёнида Наманган вилоятидаги Наманган ва Поп метеорология станцияларининг 1951-2022 йиллардаги ўртача ойлик ва йиллик ҳаво ҳарорати бўйича кузатув маълумотларидан фойдаланилди.

Тадқиқотда статистик таҳлил, географик умумлаштириш ва таққослаш **усуллари** қўлланилди.

Маълумки, ёғин миқдоридаги ўзгаришлар иқлим ўзгаришининг асосий кўрсаткичларидан ҳисобланади. Буни тўғри чизик тенгламаси ёрдамида трендни ҳисоблаб аниқлаш мумкин. Тўғри чизик тенгламаси: $y=ax+b$ ҳисобланиб, бу ерда a шу сонлар қийматининг йиллар бўйича ўзгариши жадаллигини (трендини) кўрсатувчи катталиқдир. У кичик квадратлар усулида ҳисобланади. Ушбу тўғри чизик тенгламаси бўйича Наманган ва Поп метеорология станцияларининг 1951-2022 йиллардаги маълумотлари асосида ўртача ойлик ва йиллик ёғин миқдоридаги ўзгаришлар жадаллиги (тренди) аниқланди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Иқлим ўзгариши шароитида Ўзбекистоннинг шарқий қисмида жойлашган Наманган вилояти атмосфера ёғинларидаги ўзгаришлар тадқиқ этилди. Наманган вилояти худудида ёғин миқдори 10 дан ортиқ метеорология станциялари ва агрометеорология постларида ўлчанган. Шулардан бугунги кунда ҳам фаолият юритаётган Наманган ва Поп метеорология станцияларининг ўртача ойлик ва йиллик ёғин миқдори бўйича маълумотлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвалдан кўриниб турибдики, Наманган вилоятининг жануби-ғарбий қисмида (Поп) йиллик ёғин миқдори нисбатан кам, 184,4 мм ни (2001-2022 йй.) ташкил этиб, шарққа томон ёғин ортиб боради. Жумладан, Наманган метеорология станциясида ўртача йиллик ёғин миқдори 202,9 мм (2001-2022 йй.) ни ташкил этади. Йилнинг совуқ даври: ноябр-март ойларининг ўртача ёғин миқдори Попда 105,3 мм ни (2001-2022 йй.), марказий қисмида жойлашган Наманганда 117,0 мм ни (2001-2022 йй.) ташкил этади.

Йилнинг иссиқ даври – апрель-октябрь ойларининг ўртача ёғин миқдори Попда 79,1 мм ни (2001-2022 йй.), Наманганда эса 87,9 мм ни (2001-2022 йй.) ташкил этади.

Вилоятнинг энг серёғин ойлари февраль, март ва апрель ойларига тўғри келади. Энг кам ёғинли ойлари эса август ва сентябрь ойлари бўлиб, ўртача ойлик ёғин миқдори одатда 10 мм дан ошмайди; аксарият ҳолларда 3-5 мм ёғин ёғади.

1-жадвалдан яна шуларни кўриш мумкинки, Наманган ва Поп метеорология станцияларининг ўртача ойлик ва йиллик ёғин миқдорларининг турли даврлардаги қийматлари сезиларли ўзгарган. Жумладан, Наманган ва Поп метеорология станцияларида йиллик ёғин миқдори ортган. Ойлар кесимида таҳлил қилинганда, ҳар иккала метеорология станциясида январь ойининг ёғин миқдори сезиларли тарзда камайган, декабрь ойининг ёғин миқдори эса сезиларли тарзда ортган.

Атмосфера ёғинлари тўғрисида гапирганда, уларнинг йилдан йилга ўзгариши жуда катта тебранишларга эгаллигини алоҳида таъкидлаш лозим. Масалан, Наманган вилояти гидрометеорология бошқармасининг ёғин миқдори бўйича статистик маълумотларига

1-жадвал
Наманган ва Поп метеорология станцияларининг турли даврлар оралигидаги ўртача ойлик ва йиллик ёғин миқдорлари бўйича маълумотлари

Таблица 1
Данные Наманганской и Папской метеорологических станций о среднемесячном и годовом количестве осадков в разные периоды

Table 1
Data of Namangan and Pap meteorological stations on the average monthly and annual rainfall in different periods

Метеорология станциялари ва кузатиш йиллари	Ойлар												Йил		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Наманган (1881-1964 йй.) [Научно ..., 1989]	22,0	19,0	29,0	21,0	19,0	8,0	6,0	2,0	4,0	15,0	19,0	18,0	107,0	75,0	182,0
Наманган (1971-2000 йй.) [Нормы..., 2006]	18,9	24,3	25,5	24,1	19,1	9,5	3,3	2	2,6	16,3	17,6	21,0	107,3	76,9	184,2
Наманган (2001-2022 йй.)	13,8	23,8	33,4	18,7	22,4	10,4	6,5	3,5	3,9	22,5	21,0	24,9	117,0	87,9	202,9
Поп (1881-1964 йй.) [Научно ..., 1989]	20,0	17,0	26,0	18,0	17,0	8,0	5,0	2,0	2,0	12,0	18,0	16,0	97,0	64,0	168,0
Поп (1971-2000 йй.) [Нормы..., 2006]	16,2	21,3	23,0	20,7	17,4	8,0	3,8	2,5	3,4	14,5	14,6	18,6	93,7	70,3	164,0
Поп (2001-2022 йй.)	12,8	21,1	32,4	19,7	18,6	12,2	6,1	3,6	3,4	15,5	16,1	22,9	105,3	79,1	184,4

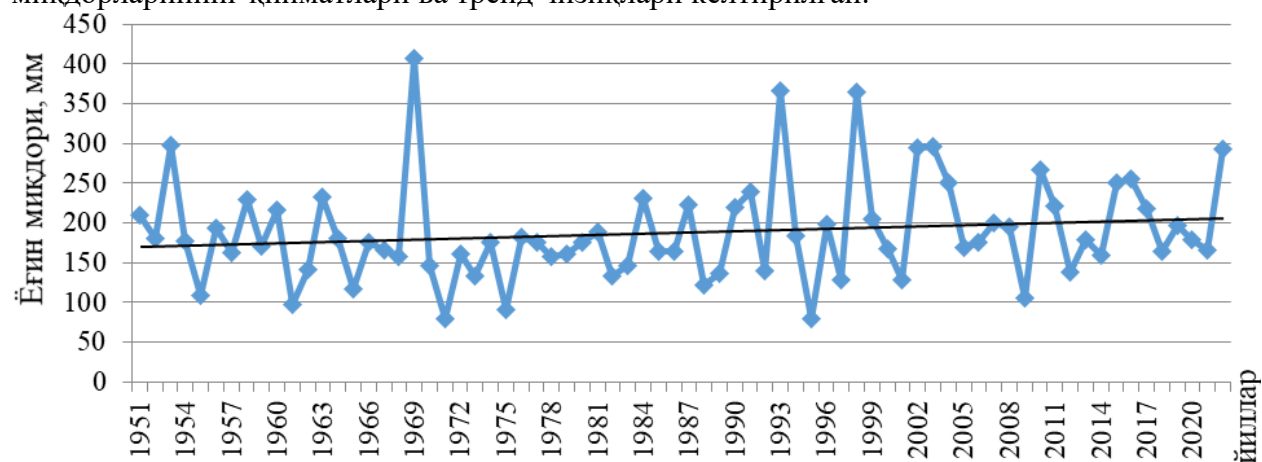
кўра Наманганда 1971 йилда бор-йўғи 79,2 мм, 1995 йилда эса 80,3 мм ёғин ёққани ҳолда, 1969 йилда 407 мм, 1998 йилда 366,5 мм, 2003 йилда 359,2 мм ёғин ўлчанган. Баъзи ойларида, мисол учун август ва сентябр ойларида умуман ёғин ёғмаслиги мумкин.

Наманган метеорология станцияси бўйича 1951-2022 йиллар оралиғидаги ўртача ойлик ёғин миқдорининг ўзгаришлари ҳамма ойларида ҳам жуда катта эканлигини кўрсатади. Жумладан, январь ойида 0 мм (1955 й.) дан 87,4 мм (1969 й.) гача, февралда 84,1 мм гача (2010 й.), мартда 132,7 мм гача (2022 й.), апрелда 63 мм гача (1958 й.), майда 97,7 мм гача (2016 й.), июнда 59,4 мм гача (1998 й.), июлда 81,6 мм гача (1969 й.), августда 24,0 мм гача (1958 й.), сентябрда 39,0 мм гача (1960 й.), октябрда 123,9 мм гача (2003 й.), ноябрда 84,7 мм гача (2011 й.), декабрда 83,0 мм гача (2002 й.) ўзгариб турган.

Наманган метеорология станцияси бўйича 1951-2022 йиллар оралиғидаги ўртача ойлик, мавсумий ва йиллик ёғин миқдорининг тренд қийматлари ҳисобланди. Буни тўғри чизиқ тенграмаси ($y=ax+b$) ёрдамида аниқлашга ҳаракат қилдик. Тренд қийматлари қуйидагича кўринишга эга бўлди (мм/йил):

Январь	-0,1115	Май	0,1355	Сентябрь	0,0085	Қиш	0,0095
Февраль	0,0254	Июнь	0,0263	Октябрь	0,2078	Баҳор	0,1893
Март	0,0736	Июль	0,0066	Ноябрь	0,0442	Ёз	0,0454
Апрель	-0,0198	Август	0,0126	Декабрь	0,0956	Куз	0,2605
		Йиллик	0,5047				

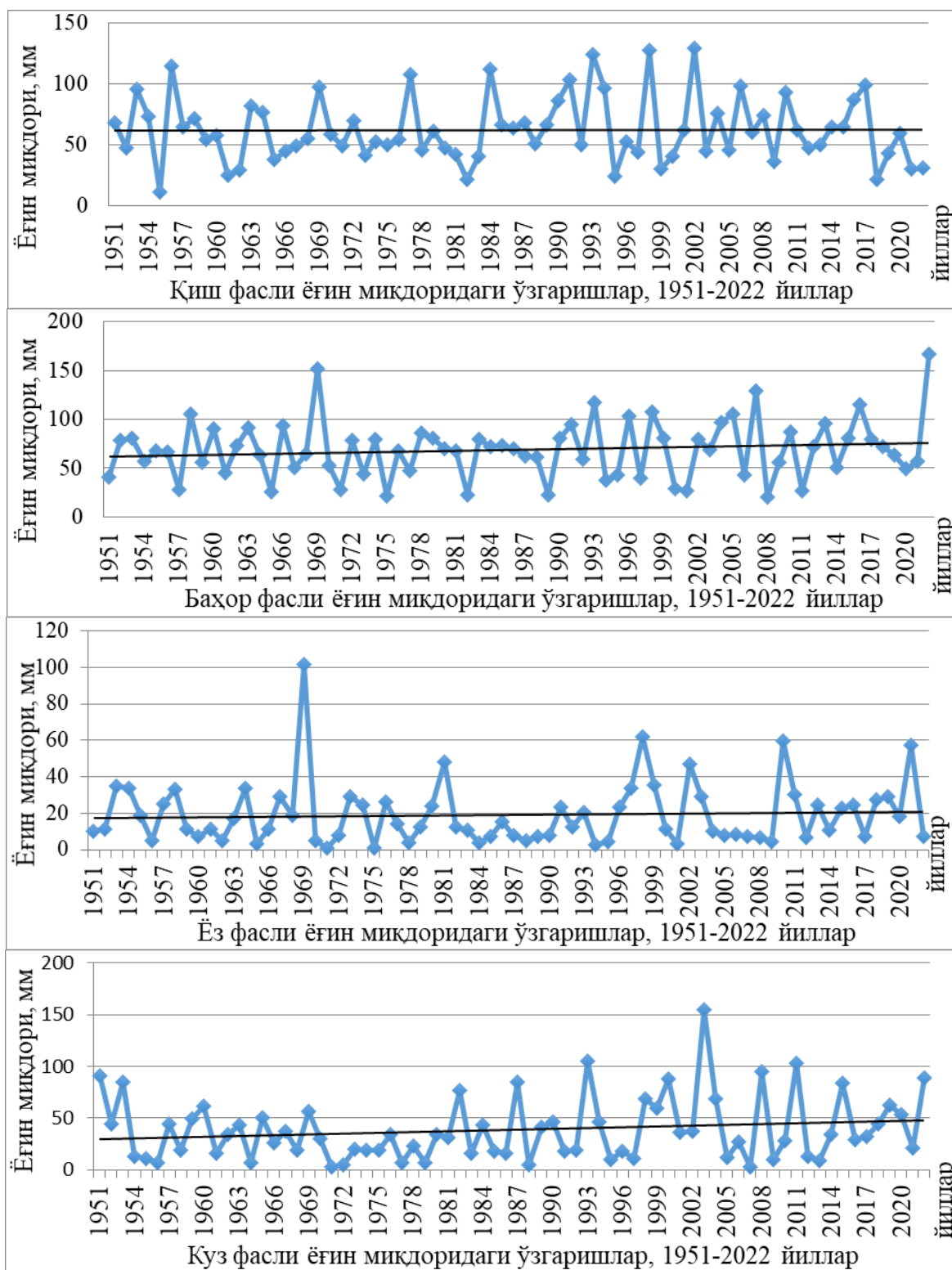
Ҳисоблаш натижаларидан кўриниб турибдики, январь ва апрель ойларидаги ёғин миқдорида камайиш кузатилаётган бўлса, қолган барча ойларида, шунингдек, мавсумлар бўйича ва йиллик ўртача ёғин миқдорида ортиш тенденцияси кузатилмоқда. Ойлар кесимида сезиларли ортиш октябр ойига, мавсумлар бўйича эса куз фаслига тўғри келади. Шунингдек, январь ойида ёғин миқдорининг камайиши сезиларли бўлмоқда. Мазкур ўзгаришларни 1-2-расмлардаги хронологик графиклар орқали янада аниқроқ кўриш мумкин. 1-расмда ўртача йиллик, 2-расмда эса мавсумлар бўйича ёғин миқдорларининг қийматлари ва тренд чизиқлари келтирилган.



1-расм. Наманган метеостанциясида ўртача йиллик ёғин миқдорининг ўзгаришлари, мм

Рис. 1. Изменения среднегодового количества осадков на метеостанции Наманган, мм

Fig. 1. Changes in average annual precipitation in Namangan meteorological station, mm



2-расм. Наманган метеостанциясида ўртача мавсумий ёғин миқдорининг ўзгаришлари, мм

Рис. 2. Изменение среднего сезонного количества осадков на метеостанции Наманган, мм

Fig. 2. Changes in average seasonal precipitation in Namangan meteostation, mm

Наманган вилояти атмосфера ёгинларидаги ўзгаришларни нафақат Наманган, балки, Поп метеорология станциясининг 1951-2022 йиллардаги маълумотлари асосида ҳам ўрганилди.

Поп метеорология станцияси бўйича ўртача йиллик ёгин миқдорини йилдан йилга ўзгариши Наманган метеорология станцияси каби жуда катта тебранишларга эга эканлигини кўриш мумкин. Масалан, 1975 йилда бори-йўғи 44,8 мм, 1971 йилда эса 57,7 мм ёгин ёғгани ҳолда, 1969 йилда 449,5 мм, 1993 йилда 327,6 мм ёгин ўлчанган.

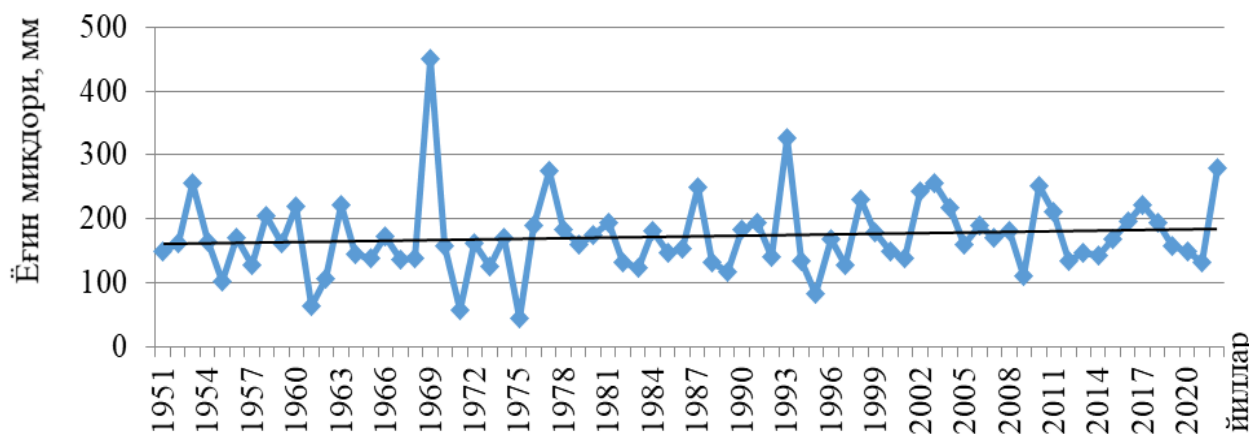
Поп метеорология станцияси бўйича 1951-2022 йиллар оралиғидаги ўртача ойлик ёгин миқдорининг ўзгаришлари барча ойларда жуда катта эканлигини кўрсатади. Жумладан, январь ойида 0 мм дан (1955 й.) 87,2 мм гача (1969 й.), февралда 94,7 мм гача (2010 й.), мартда 109,3 мм гача (2022 й.), апрелда 72 мм гача (2003 й.), майда 70,2 мм гача (2016 й.), июнда 40,0 мм гача (1980 й.), июлда 44,0 мм гача (1969 й.), августда 15,7 мм гача (1966 й.), сентябрда 37,0 мм гача (1960 й.), октябрда 89,4 мм гача (1977 й.), ноябрда 80,1 мм гача (2011 й.), декабрда 70,9 мм гача (2002 й.) етади.

Поп метеорология станцияси бўйича 1951-2022 йиллар оралиғидаги ўртача ойлик, мавсумий ва йиллик ёгин миқдорининг тренд қийматлари тўғри чизик тенгламаси ($y=ax+b$) ёрдамида ҳисобланди ва у қуйидагича кўринишга эга бўлди (мм/йил):

Январь	-0,0918	Май	0,1267	Сентябрь	-0,0014	Қиш	-0,0318
Февраль	0,0112	Июнь	0,0109	Октябрь	0,1269	Баҳор	0,2358
Март	0,1255	Июль	0,0176	Ноябрь	-0,0476	Ёз	0,0508
Апрель	-0,0165	Август	0,0224	Декабрь	0,0488	Куз	0,0778
		Йиллик	0,3327				

Тренд қийматлари январь, апрель, сентябрь ва ноябрь ойларида манфий бўлиб, бу ойларда ёгин миқдорининг камайиб борганлигини кўрсатади. Камайиш январь ойида сезиларли эканлигини кўриш мумкин. Қолган ойларда тренд мусбат бўлиб, ёгин ортиб борганлигини кўрсатади. Март, май ва октябр ойларида ёгин миқдорининг ортиши йилига 0,13 мм ни ташкил этган.

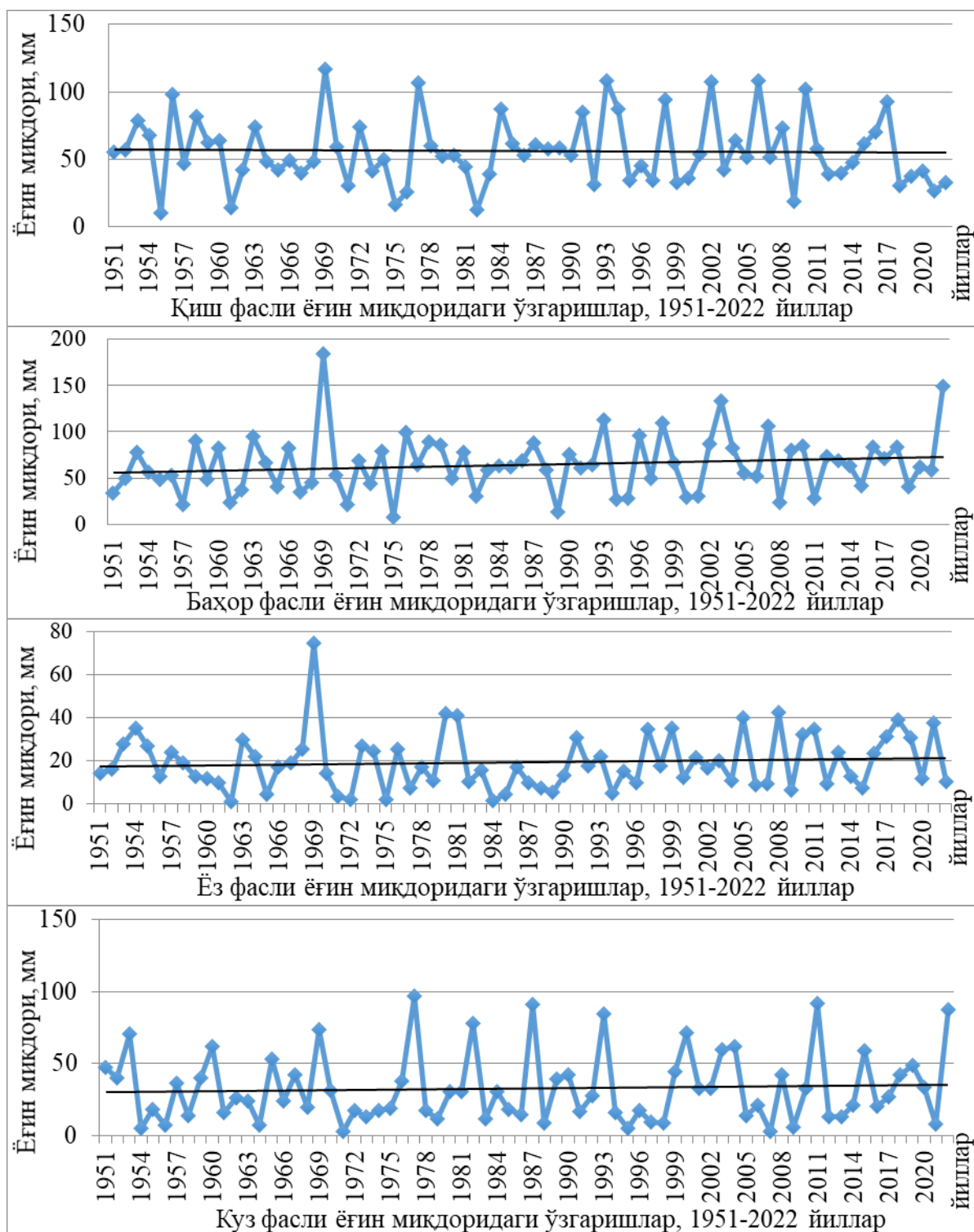
3-расмдаги хронологик графикларда ўртача йиллик ёгин миқдорларининг, 4-расмда эса мавсумлар бўйича қийматлари ва тренд чизиклари келтирилган бўлиб, улар орқали ёгин миқдоридаги ўзгаришларни янада аниқроқ кўриш мумкин.



3-расм. Поп метеостанциясида ўртача йиллик ёгин миқдорининг ўзгаришлари, мм

Рис. 3. Изменения среднегодового количества осадков на метеостанции Пап, мм

Fig. 3. Changes in average annual precipitation in Pap meteostation, mm



4-расм. Поп метеостанциясида ўртача мавсумий ёгин миқдорининг ўзгаришлари, мм

Рис. 4. Изменение среднего сезонного количества осадков на метеостанции Пап, мм

Fig. 4. Changes in average seasonal precipitation in Pap meteorological station, mm

Хронологик графиклардан кўриниб турибдики, йиллик ёғин миқдори ортиб борган. Мавсумлар бўйича таҳлил қилинганда, қиш фаслида тренд манфий бўлиб, ёғин камайиб борган. Қолган мавсумларда эса тренд мусбат бўлиб, ёғин миқдори ортиб борган. Баҳор фаслида қолган фаслларга нисбатан ёғин миқдори сезиларли ортган.

Хулоса. Наманган вилоятидаги Наманган ва Поп метеорология станцияларининг маълумотларини статистик таҳлили натижаларига асосланиб айтганда, иқлим ўзгариши шароитида Наманган вилоятида ёғин миқдори ортиб бормоқда. Жумладан, Наманган метеорология станцияси маълумотларига кўра, сўнгги 22 йиллик даврдаги (2001-2022 йй.) ўртача йиллик ёғин миқдори 1881-1964 йиллардагига нисбатан 20 мм га ортган. Поп метеорология станциясидаги кўрсаткичлар айти мана шу давр оралиғида ёғин миқдори 16 мм га, 1971-2000 йиллардагига нисбатан эса 20 мм га ортган.

Наманган метеорология станцияси бўйича 1951-2022 йиллар оралиғидаги ўртача ойлик, мавсумий ва йиллик ёғин миқдорининг тренд кийматлари кўрсатишича январь ва апрель ойларининг ёғин миқдорида камайиш кузатилмоқда. Қолган барча ойларда, шунингдек, мавсумлар бўйича ва йиллик ўртача ёғин миқдорида ортиш (ҳар 10 йилда ўртача 5 мм дан) тенденцияси кузатилмоқда. Ойлар кесимида сезиларли ортиш октябрь ойига (ҳар 10 йилда ўртача 2 мм дан), мавсумлар бўйича эса куз фаслига (ҳар 10 йилда ўртача 2,6 мм дан) тўғри келади.

Поп метеорология станцияси бўйича 1951-2022 йиллар оралиғидаги ўртача ойлик тренд кийматлари январь, апрель, сентябрь ва ноябрь ойларида манфий бўлиб, бу ойларда ёғин миқдори камайиб борган. Қолган ойларда тренд мусбат бўлиб, ёғин ортиб борганлигини кўрсатади. Март, май ва октябрь ойларида ёғин миқдорининг ортиши ҳар 10 йилда 1,2 мм ни ташкил этган. Йиллик ўртача ёғин миқдорида ортиш тенденцияси кузатилмоқда ва бу ҳар 10 йилда ўртача 3,3 мм га тўғри келади. Мавсумлар бўйича ёғин миқдори баҳор фаслида ҳар 10 йилда ўртача 2,3 мм дан ортиб бораётган бўлса, қиш фаслида ўртача 0,3 мм га камайиб бормоқда.

АДАБИЁТЛАР

Глазырин Г.Е. Климат Ташкента за период регулярных метеорологических наблюдений // Тр. САНИИ. – Вып. 94(175). – 1982. – С. 86-93.

Глазырин Г.Е., Домашева Н.А., Морозюк Ж.В., Яковлев А.В. Вековой ход климата Ташкента // Известия Узбекского географического общества. – Т. 17. – 1991. – С. 18-24.

Карандаева Л.М., Царёв Б.К. Изменчивость и изменение ледниковой и снеговой составляющих стока рек Пяндж, Вахш, Зеравшан // Тр. НИГМИ. – Вып. 5(250). – 2005. – С. 68-77.

Молоснова Т.И., Субботина О.И., Чаньшьева С.Г. Климатические последствия хозяйственной деятельности в зоне Аральского моря. – М.: Гидрометеоздат, 1987. – 119 с.

Мягков С.В. Математическая модель ливневого стока в бассейне Сардобинского водохранилища // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды, № 1. 2021. – С. 74-83.

Научно-прикладной справочник по климату. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1-6. Вып. 19. Узбекистан. Кн. 1, Кн. 2. – М.: Гидрометеоздат, 1989. – 350 с.

Нормы климатических параметров, рассчитанные по данным наблюдений с 1971 по 2000 год // Тр. НИГМИ. – Ташкент: Узгидромет, 2006. – С. 112-125.

Осокова Т.А., Спекторман Т.Ю., Чуб В.Е. Иқлим ўзгариши. – Тошкент. ЎзГИМЕТ. – 2006. – 54 с.

Солиев Э. Иқлим ўзгаришининг Фарғона водийси сув ресурсларига таъсири. – Наманган, “Наманган” нашриёти, 2021. – 144 б.

Фатхуллаева З.Н., Юлдашева С.Х. Климатические колебания осадков в Узбекистане // Тр. НИГМИ. – Вып. 7(252). – 2006. – С.115-122.

Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.

Халиллаев Ш.А., Жабборов Б.Т. Иқлим ўзгариши ва экологик мослашув (Услугий кўлланма). – Тошкент, 2022. – 110 б.

Trenberth K.E. Changes in precipitation with climate change // Climate research. – 2011. Vol. 47. – P. 123-138.

ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ В НАМАНГАНСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

М.Р. КОРИЕВ¹

¹ Наманганский государственный университет, qoriyevmirzohid@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются изменения количества осадков в Наманганской области в условиях глобального изменения климата. Оценка изменения количества осадков осуществлялась методом расчета линейных трендов. Анализ проводился на основе среднемесячных и годовых осадков метеостанций Наманган и Пап за 1951-2022 гг.

Ключевые слова: глобальное изменение климата, осадки, уравнение прямой линии, значения тренда, хронологические графики.

CHANGES IN THE AMOUNT OF PRECIPITATION IN THE NAMANGAN REGION IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

M.R. KORIYEV¹

¹ Namangan State University, qoriyevmirzohid@mail.ru

Abstract. The article analyzes changes in precipitation in the Namangan region in the context of global climate change. The assessment of changes in precipitation amount was carried out by calculating linear trends. The analysis was carried out on the basis of average monthly and annual precipitation at Namangan and Pap meteorological stations for 1951-2022.

Keywords: global climate change, precipitation, straight line equation, trend values, chronological graphs.

REFERENCES

Glazirin G.Y. Klimat Tashkenta za period regulyarnix meteorologicheskix nablyudeniye [Climate of Tashkent during the period of regular meteorological observations] // Tr. SANII. – Vip. 94(175). – 1982. – С. 86-93. (in Russian)

Glazirin G.Y., Domasheva N.A., Morozuk J.V., Yakovlev A.V. Vekovoy hod klimata Tashkenta [Secular course of climate in Tashkent] // Izvestiya Uzbekskogo geograficheskogo obshchestva. – T. 17. – 1991. – S. 18-24. (in Russian)

Karandaeva L.M., Saryov B.K. Izmenchivost i izmenenie lednikovoy i snegovoy sostavlyayutshix stoka rek Pyandj, Vaxsh, Zerafshan [Variability and change in the glacial and snow components of the runoff of the Pyanj, Vakhsh, Zerafshan rivers] // Tr. NIGMI. – Vip. 5(250). – 2005. – S. 68-77. (in Russian)

Molosnova T.I., Subbotina O.I., Chanisheva S.G. Klimaticheskie posledstviya xozyaystvennoy deyatel'nosti v zone Aralskogo morya [Climatic consequences of economic activities in the Aral Sea zone]. M.: Gidrometeoizdat, 1987. – 119 s. (in Russian)

Myagkov S.V. Matematicheskaya model livneвого stoka v bassejne Sardobinskogo vodoxranilitsha [Mathematical model of storm runoff in the Sardoba reservoir basin] // *Gidrometeorologiya i monitoring okrujayutshey sredi*, № 1, 2021. – С. 74-83. (in Russian)

Nauchno – prikladnoy spravochnik po klimatu [Scientific and applied reference book on climate]. Seriya 3. Mnogoletnie dannie. Ch. 1-6. Vip.19. Uzbekistan. Kn. 1, Kn. 2. – M.: Gidrometeoizdat, 1989. – 350 s. (in Russian)

Normi klimaticheskikh parametrov, rasschitannie po dannim nablyudeniy s 1971 po 2000 god [Normal climate parameters calculated from observational data from 1971 to 2000]. // *Tr. NIGMI*. – Tashkent: Uzgidromet, 2006. – S. 112-125. (in Russian)

Ososkova T.A., Spektorman T.Y., Chub V.Y. Iqlim ozgarishi [Climate change]. – Toshkent. O‘zGIMET. – 2006. – 54 s. (in Uzbek)

Soliev E. Iqlim ozgarishining Fargona vodiysi suv resurslariga tasiri [Impact of climate change on water resources of Fergana Valley]. – Namangan, “Namangan” nashriyoti, 2021. – 144 b. (in Uzbek)

Fatxullaeva Z.N., Yuldasheva S.X. Klimaticheskie kolebaniya osadkov v Uzbekistane [Climatic fluctuations in precipitation in Uzbekistan] // *Tr. NIGMI*. – Vip. 7(252). – 2006. – S. 115-122. (in Russian)

Chub V.Ye. Izmenenie klimata i yego vliyanie na prirodno-resursniy potencial Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on the natural resource potential of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: SANIGMI, 2000. – 252 s. (in Russian)

Xalillaev Sh.A., Jabborov B.T. Iqlim ozgarishi va ekologik moslashuv (Uslubiy qollanma) [Climate change and ecological adaptation (Methodological guide)]. – Toshkent, 2022. – 110 b. (in Uzbek)

УДК 551.583

ЎРТА ЗАРАФШОН ҲАВЗАСИДА МЕТЕОРОЛОГИК КАТТАЛИКЛАРНИНГ ИҚЛИМ ИЛИШИ ШАРОИТИДАГИ ЎЗГАРИШЛАРИНИ БАҲОЛАШ

Ф. ҲИКМАТОВ^{1*}, Р.Р. ЗИЯЕВ¹, С.А. ХАЙДАРОВ², Д.А. САИДОВА¹, Ш.Р. ҒАНИЕВ²

¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, hikmatov_f@mail.ru

² Шароф Рашидов номидаги Самарқанд давлат университети, safarboy@mail.ru

Аннотация. Мақола Ўрта Заравшон ҳавзасидаги кичик дарёларнинг оқими миқдорини белгиловчи асосий метеорологик омиллар – атмосфера ёгинлари ва ҳаво ҳароратининг иқлим илиши шароитидаги ўзгаришларини баҳолашга бағишланган. Шу мақсадда ёгинлар ва ҳаво ҳароратининг ўртача кўп йиллик қийматлари базавий (БИД) ва жорий (ЖИД) иқлимий даврлар учун ҳисобланган. Бажарилган ҳисоблашлар натижаларини солиштириши асосида, ҳавзада ҳар икки ҳисоб даврида, йиллик атмосфера ёгинлари миқдорининг деярли ўзгармаганлиги, ҳароратнинг илиши эса ЖИДда БИДга нисбатан 0,8°C ни ташиқил этганлиги аниқланган.

Калит сўзлар: дарё ҳавзаси, Ўрта Заравшон, иқлим илиши, атмосфера ёгинлари, ҳаво ҳарорати, миқдорий ўзгаришлар, баҳолаш.

Кириш. Бугунги кунда, тоғ дарёлари ҳавзаларида улар оқими миқдорини белгиловчи асосий иқлимий омиллар – атмосфера ёгинлари миқдори ва ҳаво ҳароратининг сезиларли даражадаги ўзгаришлари кузатилмоқда. Оқибатда, ушбу ҳудудларда шаклланадиган дарёлар оқимида ҳам миқдорий ўзгаришлар рўй бериши билан бир вақтда, гидрометеорологик келиб чиқишли табиий офатлар, жумладан, жала

*Маъсул муаллиф: hikmatov_f@mail.ru, тел. +998 93 514-06-52

ёмғирлар, сел тошқинлари такрорланиши сони йилдан-йилга ортмоқда. Таъкидлаш лозимки, дунё миқёсида ҳаво ҳароратининг кўп йиллик меъёрга нисбатан жадал суратларда кўтарилиб бориши тобора сезиларлироқ бўлиб бормоқда.

Жаҳон Метеорология Ташкилоти (ЖМТ)нинг 2018 йилдаги маърузасида қайд этилишича, метеорологик кузатувлар бошланганидан буён ўтган энг иссиқ 18 йилнинг 17 таси янги ХХI асрга тўғри келган. Ушбу маърузада 2015, 2016 ва 2017 йиллар энг илиқ йиллар сифатида қайд этилган. Шу билан бирга жаҳон рекорди 2016 йилга тегишлилигича қолган [Жаҳон ..., 2018]. Шунингдек, европалик иқлимшунослар, аниқроғи, Еврокомиссия қўллаб-қувватлайдиган ва Европа Иттифоқи томонидан молиялаштириладиган Copernicus иқлим ўзгариши мониторинги хизмати (C3S) раҳбари ўринбосари Саманта Бержеснинг таъкидлашича, 2023 йил рекорд даражадаги энг иссиқ йил бўлди.

Шу ўринда, Ўзбекистонда иқлимий катталиклар, хусусан, ҳаво ҳароратида қандай ўзгаришлар кузатилмоқда, деган саволнинг бўлиши табиийдир. Ўзгидромет маълумотларига кўра, 2023 йилнинг октябрь ойида ҳаво ҳарорати меъёрга нисбатан мамлакатимизнинг турли ҳудудларидаги метеорология станцияларида $1,5 \div 2,5^{\circ}\text{C}$ юқори бўлган бўлса, ноябрда $3 \div 6^{\circ}\text{C}$ илиқ бўлган. Бир сўз билан айтганда, Ўзбекистондаги барча метеорологик кузатувлар 2023 йилда, айниқса, унинг куз ойларида энг юқори кўрсаткичларни қайд этди.

Юқорида келтирилган рақамлар, табиийки, одамларнинг яшаш тарзи ва саломатлиги билан бир қаторда, иқлимий омиллар билан боғлиқ бўлган табиий ресурсларга, айниқса, сув ресурсларининг миқдор ва сифатига жиддий салбий таъсир кўрсатмоқда. Ушбу муаммо, яъни дарёлар ҳавзаларида атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳарорати миқдорий ўзгаришларининг сув ресурсларига таъсири Ўзбекистон шароитида янада яққолроқ кўзга ташланмоқда. Ушбу масалани Ўрта Зарафшон ҳавзасидаги кичик тоғ дарёлари мисолида ўрганиш ва бу борада тегишли илмий хулосаларга келиш бугунги куннинг **долзарб** масалаларидан бири ҳисобланади.

Ўрта Зарафшон дарёлари ҳавзаларининг табиий географик, жумладан, иқлим шароити тавсифи В.А.Бугаев [Бугаев, 1961], Л.Н.Бабушкин [Бабушкин, 1981], В.Е.Чуб [Чуб, 2000, 2007] ва бошқаларнинг тадқиқотларида ёритилган. Ҳудудда ёз жазирама иссиқ, қиш эса қуруқ ва совуқ бўлади. Лекин, ўрганилаётган ҳудуд нисбатан жануброқда жойлашганлиги ҳамда шимол, шимоли-шарқ, шарқ ва жануб томонлардан тоғлар билан ўралганлиги туфайли, бу ерда қишда ҳаво ҳаддан ташқари совиб кетмайди. Январ ойининг ўртача ҳарорати $-0 \div -1,3^{\circ}\text{C}$ атрофида бўлади. Лекин баъзан, шимолдан Арктика совуқ ҳаво массалари кириб келганда, энг паст ҳарорат -24°C дан -35°C гача пасаяди. Ёзда эса, аксинча, ҳаво очик бўлиб, жуда исиб кетади. Натижада, июлнинг ўртача ҳарорати $+26 \div +28^{\circ}\text{C}$ атрофида бўлиб, энг юқори ҳарорат эса $+40 \div +45^{\circ}\text{C}$ гача етади. Ҳавзада баҳорда бўладиган охириги совуқлар тахминан март ойининг учинчи ўн кунлигига, кузги биринчи совуқлар эса октябрь ойининг биринчи ўн кунлигига тўғри келади. Атмосфера ёғинларининг асосий қисми (70-80%) ҳам совуқ ярим йиллик, яъни октябрь-март ойларида ёғади.

Иқлим илиши шароитида дарёлар ҳавзаларида ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг сўнги ўн йилликлардаги ўзгаришлари масалалари J.Gibson [Gibson ва бошқ., 2005], R.M.Perkins [Perkins, Julia, 2008], Y.Kong [Kong, Pang, 2012] каби чет эллик олимларнинг тадқиқотларида кўриб чиқилган. Ўзбекистонда ушбу йўналишдаги тадқиқотлар В.Е.Чуб [Чуб, 2000; 2007], Т.А.Ососкова [Ососкова, Хикматов, Чуб, 2005], Б.К.Царев [Царев, Карандаева, 2007], С.А.Хайдаров [Хайдаров, 2018], Б.М.Холматжанов [Холматжанов, 2019], Ф.Хикматов [Хикматов, 2020], Д.М.Турғунов [Турғунов, 2021], Л.М.Карандаева [Карандаева, 2022], З.Ф.Хакимова [Хакимова, 2023] кабилар томонидан

ўтказилмоқда. Ушбу тадқиқотларда дарёлар ҳавзаларида ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари ўзгаришларининг дарёлар оқими миқдорини белгиловчи табиий географик омилларга таъсирлари кўриб чиқилган. Лекин, уларда Зарафшон дарёси ҳавзасида, айниқса, унинг Ўрта Зарафшон қисми дарёлари оқими миқдорини белгиловчи асосий метеорологик омиллар – ҳаво ҳарорати ҳамда атмосфера ёғинларининг ўзгаришлари масалалари алоҳида тадқиқ этилмаган.

Тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари. Ушбу тадқиқот ишининг асосий мақсади иқлим илиши шароитида Ўрта Зарафшон ҳавзасида ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг ўзгаришларини узоқ йиллар давомида олиб борилган метеорологик кузатишлар маълумотлари асосида баҳолашга қаратилди. Ишда кўзланган мақсадни амалга оширишда қуйидаги **вазифалар** белгилаб олинди: Ўрта Зарафшон ҳавзасида жойлашган метеорология станцияларида ўлчанган ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари ҳақидаги кўп йиллик метеорологик маълумотларни тўплаш ва маълумотлар базасини яратиш; тўпланган метеорологик маълумотларни икки даврга, яъни ЖМТ томонидан тавсия этилган базавий (БИД, 1961-1990 йй.) ва жорий (ЖИД, 1991-2020 йй.) иқлимий даврларга бўлиб, статистик таҳлил қилиш; ҳар икки ҳисоб даврида кузатилган ҳаво ҳароратлари ва атмосфера ёғинларининг ўзгаришларини алоҳида метеорология станциялар маълумотлари асосида ҳамда ҳавза майдони бўйича аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти ва предмети. Мақолада, тадқиқот **объекти** сифатида кичик дарёлар ва сойлар шаклланадиган Ўрта Зарафшон ҳавзаси олинди. Тадқиқотнинг **предметини** эса мазкур ҳавзада ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг иқлим илиши шароитидаги ўзгаришларини аниқлаш масалалари ташкил этади.

Бирламчи маълумотлар. Тадқиқот жараёнида Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлиги (Ўзгидромет) тасарруфидаги метеорология станцияларида стандарт талаблар асосида ўлчанган ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари ҳақидаги маълумотлардан фойдаланилди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Маълумки, Ўрта Зарафшон ҳавзаси Сирдарё ҳавзасига нисбатан жанубий кенгликларда жойлашганлиги сабабли, бу ерда ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг баландлик бўйича ва йиллараро ўзгарувчанлиги ўзига хослиги билан бошқа ҳудудлардан ажралиб туради [Бабушкин, 1981; Царев, Карандаева, 2007; Хайдаров, 2018; Хикматов ва бошқ., 2020; Зияев, 2021].

Тадқиқот ишида ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг иқлим илиши шароитидаги ўзгаришларини ўрганиш мақсадида воҳада жойлашган 13 та метеорология станциялари танланиб олинди (1-жадвал). Ушбу метеорология станцияларида белгиланган стандарт талаблар асосида ўлчаб борилган ҳаво ҳарорати ва ёғинлар ҳақидаги маълумотлар базавий (БИД, 1961-1990 йй.) ҳамда жорий (ЖИД, 1991-2020 йй.) иқлимий даврларга ажратилган ҳолда таҳлил қилинди.

Ишда, дастлаб, ҳаво ҳароратининг юқорида ажратилган ҳисоб даврларидаги ўзгаришлари икки усулда, яъни алоҳида ва гуруҳ метеорология станциялари маълумотлари асосида баҳоланди. Мазкур ўзгаришлар, яъни фарқлар ҳар икки иқлимий даврлар (БИД – 1961-1990 йй. ва ЖИД – 1991-2020 йй.) учун бажарилган ҳисоблашлар натижаларини ўзаро солиштириш йўли билан аниқланди.

Ҳавзада ҳаво ҳароратининг алоҳида метеорология станциялари маълумотлари асосида аниқланган натижаларига кўра, турли иқлимий даврларда ҳаво ҳароратидаги ўзгаришларнинг энг катта қиймати Самарқанд метеорология станциясига ($1,2^{\circ}\text{C}$), энг кичик қийматлари эса Оёқоғитма, Нуробод ва Нурота ($0,5\div 0,6^{\circ}\text{C}$) метеорология станцияларига тўғри келди. Ҳудди шу каби ҳисоблашлар ҳаво ҳароратининг максимал ($t_{\text{мак}}$) ва минимал ($t_{\text{мин}}$) қийматлари учун ҳам амалга оширилди (1-жадвал).

1-жадвал

Ўрта Зарафшон ҳавзасида турли иқлимий даврлардаги ўртача ($t_{\text{ўрт}}$),
максимал ($t_{\text{мак}}$) ва минимал ($t_{\text{мин}}$) ҳаво ҳароратлари ва уларнинг фарқлари

Таблица 1

Средние ($t_{\text{сред}}$), максимальные ($t_{\text{мак}}$) и минимальные ($t_{\text{мин}}$) значения температур
воздуха в разных климатических периодах в бассейне
Среднего Зеравшана и их разность

Table 1

Average (t_{avg}), maximum (t_{max}) and minimum (t_{min}) values of air temperatures in different
climatic periods in the Middle Zerafshan basin and their differences

№	Метеорология станцияси	Н, м	БИД даги ҳаво харорати, °С			ЖИД даги ҳаво харорати, °С			Ҳароратлар фарқи, °С		
			$t_{\text{ўрт}}$	$t_{\text{мак}}$	$t_{\text{мин}}$	$t_{\text{ўрт}}$	$t_{\text{мак}}$	$t_{\text{мин}}$	$\Delta t_{\text{ўрт}}$	$\Delta t_{\text{мак}}$	$\Delta t_{\text{мин}}$
1	Оёқоғитма	184	14,5	15,9	12,0	15,0	16,1	13,6	0,5	0,2	1,6
2	Қоракўл	196	15,1	16,0	13,3	16,0	16,9	14,7	0,9	0,9	1,4
3	Мошиқудуқ	199	14,8	16,2	12,3	15,8	16,6	12,6	1,0	0,4	0,3
4	Жонгелди	209	15,7	17,0	13,7	16,5	17,7	15,0	0,8	0,7	1,3
5	Бухоро	225	14,7	16,0	12,4	15,7	16,5	14,3	1,0	0,5	1,9
6	Томди	236	14,1	15,7	11,9	14,8	16,3	13,2	0,7	0,6	1,3
7	Оқбайтал	237	12,0	13,8	10,0	12,7	13,9	10,9	0,7	0,1	0,9
8	Бўзаубой	297	14,0	15,4	12,0	14,8	16,0	13,1	0,8	0,6	1,1
9	Навоий	346	14,7	15,8	12,5	15,6	16,5	14,0	0,9	0,7	1,5
10	Нурога	499	13,8	15,5	11,7	14,4	16,5	12,9	0,6	1,0	1,2
11	Нуробод	530	14,9	15,9	12,7	15,5	16,8	14,4	0,6	0,9	1,7
12	Даҳбед	645	13,6	14,3	11,3	14,3	15,1	12,8	0,7	0,8	1,5
13	Самарқанд	695	13,5	14,7	11,4	14,7	15,4	13,1	1,2	0,7	1,7
	Йиғинди		185	204	157	196	213	175	10,4	8,1	17,4
	Ўртача		14,3	15,7	12,1	15,1	16,4	13,5	0,8	0,6	1,3

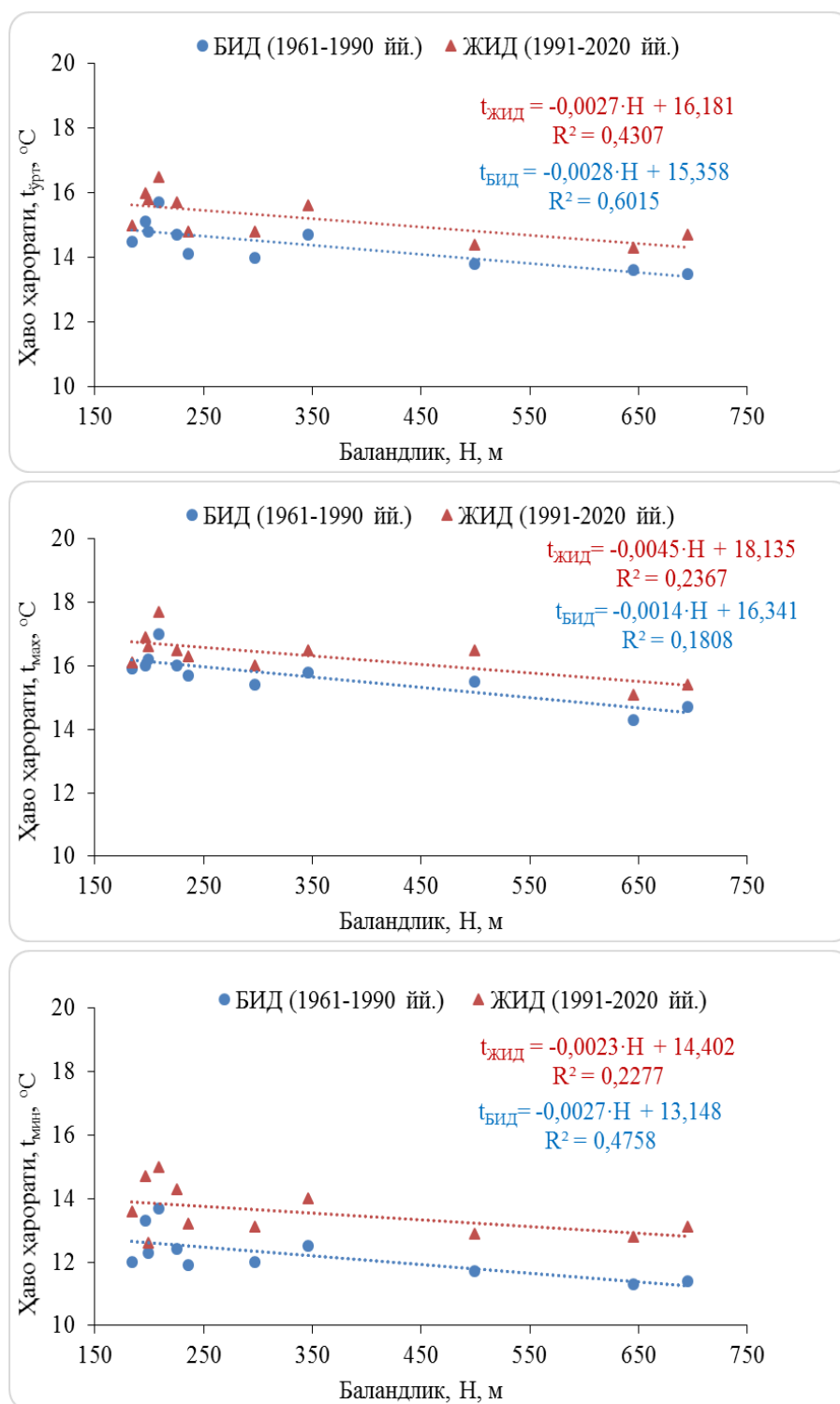
Изоҳ: Н – метеорологик станциянинг жойлашиши баланглиги; БИД – базавий иқлимий давр (1961-1990 йй.); ЖИД – жорий иқлимий давр (1991-2020 йй.); $\Delta t_{\text{ўрт}}$, $\Delta t_{\text{мак}}$, $\Delta t_{\text{мин}}$ – ўртача, максимал ва минимал ҳаво ҳароратларининг фарқи, °С.

Примечание: Н – высота расположения метеорологической станции; БКП – базавый климатический период (1961-1990 гг.); ТКП – текущий климатический период (1991-2020 гг.); $\Delta t_{\text{сред}}$, $\Delta t_{\text{мак}}$, $\Delta t_{\text{мин}}$ – разность средних, максимальных и минимальных значений температур воздуха, °С.

Note: Н – altitude of the meteorological station; BCP – base climate period (1961-1990); CCP – current climate period (1991-2020); Δt_{avg} , Δt_{max} , Δt_{min} – difference between average, maximum and minimum air temperatures, °С

Тадқиқотнинг кейинги босқичида ҳавзада ҳаво ҳароратининг ўзгаришлари гуруҳ метеорология станциялари маълумотлари асосида баҳоланди. Ҳисоблашлар натижаларига кўра, БИДда гуруҳ метеорология станцияларида қайд этилган ўртача йиллик ҳаво ҳарорати 14,3°С ни ташкил қилди. ЖИДда эса ҳаво ҳароратнинг ўртача кўп йиллик қиймати гуруҳ бўйича 15,1°С га тенг бўлди. Ушбу қийматлардан кўриниб турибдики, гуруҳ метеорология станциялари бўйича ўртача йиллик ҳаво ҳарорати ЖИДда БИДга нисбатан ўртача 0,8°С кўтарилган (1-расм).

Юқоридаги каби ҳаво ҳароратининг максимал ($t_{\text{мак}}$) ҳамда минимал ($t_{\text{мин}}$) қийматлари учун ҳам, яъни $t_{\text{мак}}=f(H)$ ва $t_{\text{мин}}=f(H)$ боғланиш графиклари чизилди ва улар таҳлил қилинди (1-расм).



1-расм. Ўрта Зарафшон хавзасида ҳаво ҳарорати характерли ($t_{\text{ўрт}}$, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{мин}}$) қийматларининг баландликка боғлиқ ҳолда ўзгаришлари

Рис. 1. Изменения характерных ($t_{\text{сред}}$, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{мин}}$) значений температуры воздуха с высотой в бассейне Среднего Зеравшана

Fig. 1. Changes in characteristic (t_{avg} , t_{max} , t_{min}) air temperature values with altitude in the Middle Zerafshan basin

Тадқиқот ишида кўйилган вазифалардан яна бири, ўрганилаётган ҳавзада атмосфера ёғинларининг миқдорий ўзгаришларини баҳолашдан иборат эди. Маълумки, атмосфера ёғинлари миқдори, биринчи навбатда, жойнинг географик ўрни билан аниқланса, қолаверса, атмосфера циркуляцияси, ер сирти рельефи, ёнбағирлар экспозицияси каби омилларга ҳам боғлиқдир. Атмосфера ёғинлари миқдори бутун Ўрта Осиё ҳудудида бўлгани каби, Ўрта Зарафшон ҳавзасида ҳам нотекис тақсимланган. Уларнинг йиллик миқдори текисликларда ўртача 100-200 мм, тоғ олди ва тоғли ҳудудларда 500-1000 мм, баланд тоғлар ёнбағирларида эса, баъзан, 1500 мм ва ундан ҳам кўпроқ бўлади.

Ёғинлар ўрганилаётган ҳавзанинг текислик қисмида ёз ойларида кам, баҳор (март-апрель) ёки куз (октябрь-ноябрь) ойларида эса нисбатан кўпроқ ёғади. Ҳавзанинг шарқий, яъни баланд тоғли ҳудудларида эса ёғинларнинг энг кўп қисми март-май ойларида кузатилади. Ёзда фақат тоғли ҳудудлардагина ёғингарчилик кўпроқ бўлади. Ҳавзанинг ёғинлар кам тушадиган ҳудудларида уларнинг суткалик максимал миқдори 30-50 мм, ёғингарчилик кўп бўладиган ҳудудларда эса 100 мм ва ундан ҳам кўпроқ бўлиши мумкин. Ўртача кўп йиллик ва характерли (максимал, минимал) ёғин миқдорларининг ана шундай ўзгаришларини иқлим илиши шароитида Ўрта Зарафшон ҳавзаси мисолида баҳолаш гидрологик нуқтаи-назардан муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Юқорида баён этилганларни ҳисобга олган ҳолда, Ўрта Зарафшон ҳавзасида жойлашган метеорология станцияларида БИД ҳамда ЖИДларда ўртача кўп йиллик атмосфера ёғинларининг миқдорий ўзгаришлари баҳоланди (2-жадвал). Дарёлар оқимининг ҳосил бўлишида, айниқса, дарёларда кўп сувли ёки кам сувли йилларнинг шаклланишида йиллик ёғинларнинг максимал ва минимал қийматлари ҳам алоҳида аҳамиятга эга. Шу ҳолатни назарда тутиб, атмосфера ёғинлари максимал ва минимал миқдорларининг иқлим илиши давридаги ўзгаришларини баҳолашга ҳам алоҳида эътибор қаратилди (2-жадвал).

Натижалар таҳлилининг кўрсатишича, Ўрта Зарафшон воҳасида 13 та метеорология станцияларидан 6 тасида, яъни Самарқанд, Дахбед, Оқбайтал, Бўзаубой, Нурота ва Бухоро метеостанцияларида ўртача кўп йиллик ёғин миқдорлари ЖИДда БИДга нисбатан (3÷38 мм) ортган. Қолган барча метеорология станцияларида ўртача ёғин миқдорларининг 4÷23 оралиқдаги қийматларда камайганлиги аниқланди. Шу билан бирга тадқиқотда ҳар икки ҳисоб даври учун ўртача кўп йиллик ёғин миқдорларининг максимал ва минимал кўрсаткичларининг фарқлари ҳам аниқланди. Унга кўра, ҳар икки ҳисоб давридаги максимал ёғин миқдорларининг энг катта қийматлари орасидаги фарқ Нуробод метеорология станциясида (164 мм) қайд этилди. Минимал ёғин миқдори орасидаги фарқ (1 мм) Навоий метеорология станциясида кузатилган.

Иккинчи усулда, дастлаб, Ўрта Зарафшон воҳасида жойлашган метеорология станцияларида ўлчанган ёғин миқдорлари ўртача кўп йиллик қийматларининг ўзгаришлари ўрганилди ва олинган натижалар таҳлил қилинди. Шу мақсадда юқоридаги жадвалда келтирилган, яъни махсус ҳисоблашлар натижасида ўртача кўп йиллик ёғин миқдорларининг БИД ҳамда ЖИДлар учун аниқланган қийматларининг баландликка боғлиқ ҳолда ўзгаришлари графиклари чизилди (2-расм).

2-расмдан кўриниб турибдики, Ўрта Зарафшон воҳасида БИДда, атмосфера ёғинлари билан метеорология станцияларининг баландликлари орасидаги боғланиш зичлигини ифодаловчи жуфт корреляция коэффициенти $r=0,883$ ни, унинг хатолиги эса $\sigma_r=\pm 0,027$ ни ташкил этди. ЖИД учун ҳисобланган корреляция коэффицентининг қиймати $r=0,910$ га, хатолиги эса $\sigma_r=\pm 0,027$ га тенг бўлди. Ушбу график $H=500$ метргача баландликларда ёғин миқдорларининг ҳар икки ҳисоб даврида деярли ўзгармаганлигини

кўрсатиб турибди. Лекин, ундан юқори баландликларда ЖИДда ёгин миқдорлари БИДга нисбатан, жуда оз бўлса-да ортиб борган.

2-жадвал

БИД ва ЖИДлар учун аниқланган ўртача кўп йиллик ҳамда экстремал ёгин миқдорлари ва уларнинг фарқлари

Таблица 2

Средние многолетние и экстремальные величины осадков, вычисленные для БИД и ЖИД, а также их разность

Table 2

Average long-term and extreme precipitation values, calculated for BCP and CCP, as well as their difference

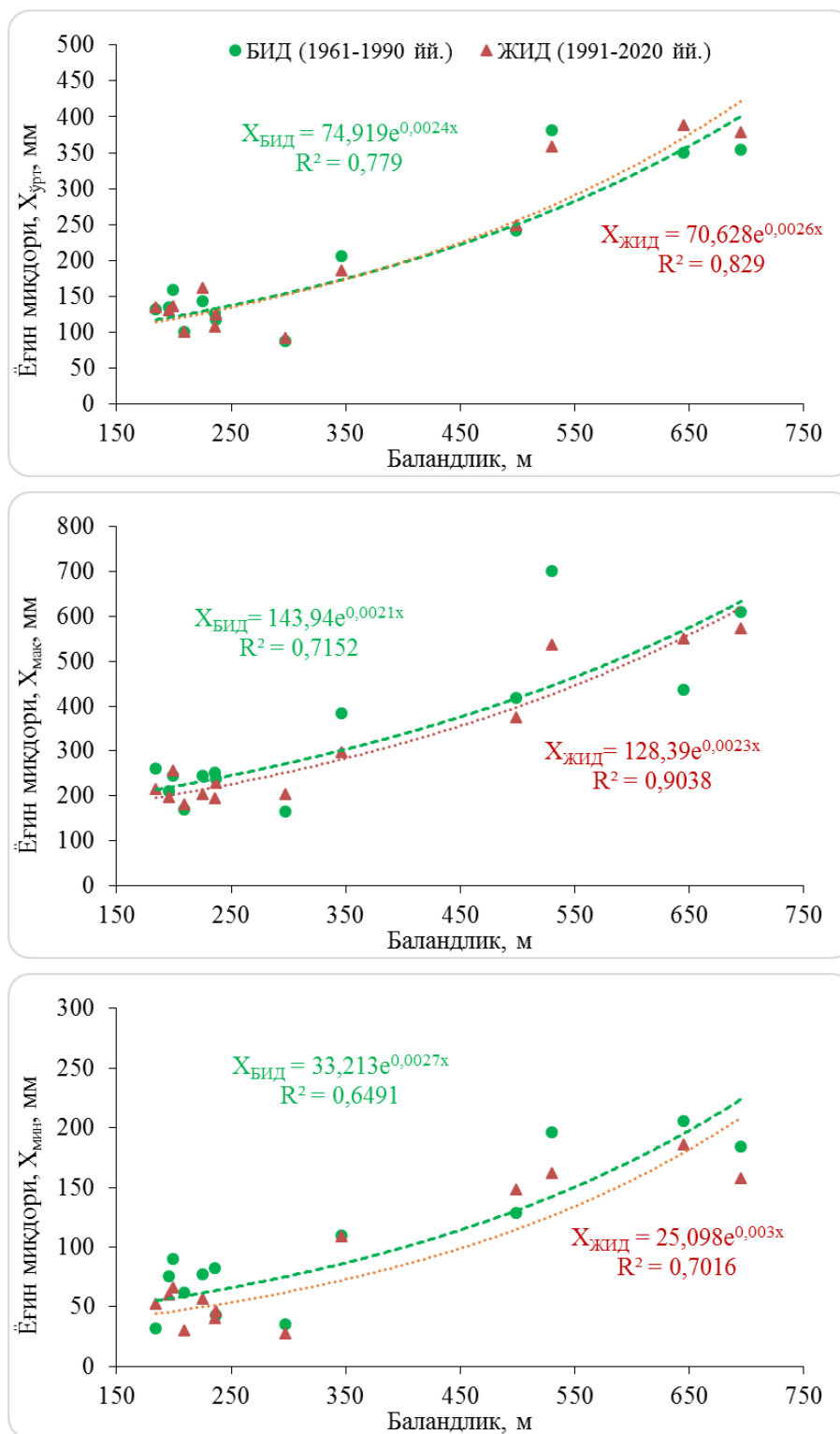
№	Метеорология станцияси	Баландлиги, Н, м	БИД, мм			ЖИД, мм			Фарқи, мм		
			X _{ўрт.}	X _{макс}	X _{мин}	X _{ўрт}	X _{макс}	X _{мин}	ΔX _{ўрт}	ΔX _{макс}	ΔX _{мин}
1	Оёқоғитма	184	131	260	32	135	215	52	4	-45	20
2	Қорақўл	196	134	211	76	130	197	61	-4	-14	-15
3	Мошиқудуқ	199	159	244	90	136	257	66	-23	13	-24
4	Жонгелди	209	100	170	62	100	180	31	0	10	-31
5	Бухоро	225	143	245	78	161	203	57	18	-42	-21
6	Томди	236	126	251	83	108	194	40	-18	-57	-43
7	Оқбайтал	237	117	239	43	125	229	46	8	-10	3
8	Бўзаубой	297	88	165	35	91	204	27	3	39	-8
9	Навой	346	206	385	110	186	298	109	-20	-87	-1
10	Нурота	499	241	419	129	249	374	148	8	-45	19
11	Нуробод	530	382	702	196	359	538	162	-23	-164	-34
12	Дахбед	645	350	436	206	388	551	186	38	115	-20
13	Самарқанд	695	354	611	184	378	574	158	24	-37	-26
Йиғинди			2531	4338	1323	2546	4014	1143	15	-324	-181
Ўртача			195	334	102	196	309	88	1	-25	-14

Юқорида олинган натижаларнинг таҳлилларига таянган ҳолда, **хулоса** сифатида қуйидагиларни қайд этиш мумкин.

1. Ўрта Зарафшон ҳавзасида ҳар икки усулда ҳам ҳаво ҳароратининг жорий иқлимий даврда базавий иқлимий даврга нисбатан кўтарилганлиги аниқланди. Алоҳида метеорология станциялари маълумотлари бўйича ҳаво ҳароратидаги энг катта кўтарилиши Самарқанд метеорология станциясида $1,2^{\circ}\text{C}$ ни, кўтарилишнинг энг кичик қиймати эса Оёқоғитма метеорология станциясида кузатилиб, $0,5^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этди.

2. Ўрганилаётган воҳада гуруҳ метеорология станциялари бўйича БИДда қайд этилган ўртача кўп йиллик ҳаво ҳарорати $14,3^{\circ}\text{C}$ га тўғри келган. ЖИДда эса ҳаво ҳароратининг ушбу кўрсаткичи бир оз ортиб, $15,1^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган. Демак, БИД га нисбатан ЖИДда ўртача йиллик ҳаво ҳарорати $0,8^{\circ}\text{C}$ га кўтарилган.

3. Ўрта Зарафшон ҳавзасида ўртача кўп йиллик атмосфера ёгинлари миқдорларининг $H=500$ метргача баландликларда деярли бир хил бўлганлиги, ундан юқори баландликларда эса ЖИДда БИДга нисбатан бир оз ортганлиги аниқланди. Ўрта Зарафшон ҳавзаси бўйича БИД ва ЖИДдаги ўртача кўп йиллик ёгин миқдорларининг БИДга нисбатан энг катта ортиши (38 мм) Дахбед метеорология станциясида кузатилган.



2-расм. Ўрта Зарафшон ҳавзасида атмосфера ёгинлари миқдорларининг ўзгаришлари

Рис. 2. Изменения величины атмосферных осадков в бассейне Среднего Зеравшана

Fig. 2. Changes in atmospheric precipitation in the Middle Zeravshan basin

Келгуси тадқиқотларда асосий эътибор Ўрта Зарафшон ҳавзасида ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг мазкур мақолада аниқланган ўзгаришларининг ҳудуддаги кичик дарёлар сув ресурсларига таъсирини баҳолаш масалаларига қаратилиши лозим, деб ҳисоблаймиз.

Миннатдорчилик. Муаллифлар ушбу мақолани тайёрлаш жараёнида зарур бўлган гидрометеорологик маълумотларни тўплашда ўз ёрдамларини аямаган Ўзгидрометнинг Ўзгидрометфонд ходимларига ҳамда мақолани нашрга тайёрлашда кўрсатган услубий маслаҳатлари учун Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Қуруқлик гидрологияси кафедраси мудирини, г.ф.д., доцент Ғ.Х.Юнусовга ўз миннатдорчилигини билдирадилар.

Муаллифлар ҳиссаси. **Ф. Хикматов:** мақола ғояси, методология, тадқиқот объектини танлаш, натижалар таҳлили, хулосалар. **Р.Р. Зияев:** мақола ғоясини кўллаш, ҳисоблашлар, натижалар таҳлили, илмий хулосалар, мақолани расмийлаштириш. **С.А. Хайдаров:** маълумотлар тўплаш, ҳисоблашлар, натижалар таҳлили, илмий хулосалар, мақолани расмийлаштириш. **Д.А. Саидова:** ҳисоблашлар, натижалар таҳлили, илмий хулосалар, мақолани расмийлаштириш. **Ш.Р. Ғаниев:** маълумотлар тўплаш, ҳисоблашлар, натижалар таҳлили, илмий хулосалар, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар кўлөзманинг нашрга тавсия этилган матни билан танишдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Бабушкин Л.Н. Климатография Средней Азии. – Ташкент, 1981. – 91 с.

Большаков М.Н. Водные ресурсы рек советского Тянь-шаня и методы их расчета. – Фрунзе: Илим, 1974. – 306 с.

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

Карандаева Л.М., Карандаев С.В. Анализ атмосферных осадков базового и текущего климатических периодов по данным метеорологических станций бассейна реки Чирчик и сопредельных территорий // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – Тошкент, 2022. №3. – С. 30-43.

Осокова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата. – Ташкент: НИГМИ, 2005. – 40 с.

Тургунов Д.М. Тоғ дарёлари кам сувли йиллар оқими гидрологик кўрсаткичларини ҳисоблаш ва прогнозлаш. Геогр. фан. док. (DSc) ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2022. – 61 б.

Хайдаров С.А. Зарафшон ҳавзаси дарёлари сув ресурсларининг шаклланишига иқлимий омилларнинг таъсирини баҳолаш. Геогр. ф. ф. д. ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2018. – 46 б.

Ҳакимова З.Ф. Чирчик-Оҳангарон ҳавзасида ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг иқлим илиши шароитидаги ўзгаришларини баҳолаш // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 63-жилд. – Тошкент, 2023. – Б. 76-81.

Хикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Зияев Р.Р., Эрлапасов Н.Б., Ҳакимова З.Ф. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. Монография. – Ташкент: “РНМУ”, 2020. – 232 с.

Холматжанов Б.М. Минтақавий атмосфера циркуляцияси, унинг Ўрта Осиё иқлимининг ўзгариши ва Ўзбекистоннинг тоғли ҳудудларида ҳавонинг ифлосланишига таъсири хусусиятлари. Геогр. фан. док. (DSc) ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2019. – 58 б.

Царёв Б.К., Карандаева Л.М. Информационные показатели карт температуры и осадков в бассейне реки Зеравшан // Тр. НИГМИ. – Ташкент, 2007. – Вып. 8(253). – С. 93-100.

Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: «ВОРИС НАШРИЁТ» МЧЖ, 2007. – 133 с.

Хикматов Ф.Х., Зияев Р.Р., Ҳакимова З.Ф. Иқлимий катталиқларнинг иқлим илиши

шароитидаги ўзгаришларини баҳолаш усуллари / Иқлим ўзгариши шароитида арид ҳудудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция. – Тошкент, 2023. – Б. 54-59.

Xikmatov F.X., Ziyayev R.R., Saidova D.A. Iqlim ilishi sharoitida cho‘l-voha hududlaridan oqib o‘tuvchi daryolar havzalarida havo haroratining o‘zgarishlari / Iqlim o‘zgarishi sharoitida cho‘l-voha ekosistemesi: muammolar va yechimlar mavzusidagi xalqaro simpozium. – Buxoro, 2023. – B. 8-12.

Ziyayev R.R., Hakimova Z.F., Halimova G.S. Global iqlim ilishi va bu jarayonning atmosfera yog‘inlarining miqdoriy o‘zgarishlariga ta‘sirini baholash (Chirchiq-Ohangaron va O‘rta Zarafshon vohalari misolida) / Iqlim o‘zgarishi sharoitida cho‘l-voha ekosistemesi: muammolar va yechimlar mavzusidagi xalqaro simpozium. – Buxoro, 2023. – B. 21-25.

Gibson J., Edwards T., Birks S., Amour N., Buhay W., Eachern P., Wolfe B., Peters D. Progress in isotope tracer hydrology in Canada // Hydrol. – Process. 2005. 19, – P. 303–327.

Kong Y., Pang Z. Evaluating the sensitivity of Glacier Rivers to climate change based on hydrograph separation of discharge // Journal of Hydrology. – 2012. – T. 434. – P. 121-129.

Perkins R.M., Julia A.J. Climate variability, snow, and physiographic controls on storm hydrographs in small-forested basins, western Cascades, Oregon // Hydrological Processes: An International Journal 22, no. 25 (2008). – P. 4949-4964.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕГО ЗЕРАВШАНА В УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Ф. ХИКМАТОВ¹, Р.Р. ЗИЯЕВ¹, С.А. ХАЙДАРОВ², Д.А. САИДОВА¹, Ш.Р. ГАНИЕВ²

¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, hikmatov_f@mail.ru

² Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, safarboy@mail.ru

Аннотация. *Статья посвящена оценке количественных изменений основных метеорологических факторов – атмосферных осадков и температуры воздуха, определяющих величины стока малых рек бассейна Среднего Зеравшана. С этой целью рассчитаны средние многолетние значения осадков и температуры воздуха за базовый (БКП) и текущий (ТКП) климатические периоды. На основе сопоставления результатов расчетов, выполненных для этих двух периодов выявлено, что слои атмосферных осадков оставались почти без изменения, а температура воздуха повышалась на 0,8°C в ТКП относительно БКП.*

Ключевые слова: *бассейн реки, Средний Зеравшан, потепление климата, атмосферные осадки, температура воздуха, количественные изменения, оценка.*

ASSESSMENT OF CHANGES IN METEOROLOGICAL VALUES IN THE MIDDLE ZERAVSHAN BASIN UNDER CONDITIONS OF CLIMATE WARMING

F. KHIKMATOV¹, R.R. ZIYAEV¹, S.A. KHAYDAROV², D.A. SAIDOVA¹, S.R. GANIEV²

¹ National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, hikmatov_f@mail.ru

² Samarkand State University named after Sharof Rashidov, safarboy@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to assessing quantitative changes in the main meteorological factors - precipitation and air temperature, which determine the flow of small rivers in the Middle Zerafshan basin. For this purpose, the average long-term values of precipitation and air temperature for the base (BCP) and current (CCP) climatic periods were calculated. Based on a comparison of the calculation results performed for these two periods, it was revealed that the layers of atmospheric precipitation remained almost unchanged, and the air temperature increased by 0.8°C in the CCP relative to the BCP.*

Keywords: *river basin, Middle Zerafshan, climate warming, precipitation, air temperature, quantitative changes, assessment.*

REFERENCES

- Babushkin L.N.* Klimatografiya Sredney Azii [Climatology of Central Asia]. – Tashkent, 1981. – 91 s. (in Russian)
- Bolshakov M.N.* Vodnie resursi rek sovetского Tyan-shanya i metodi ix rascheta [Water resources of the rivers of the Soviet Tien Shan and methods for their calculation]. – Frunze: Ilim, 1974. – 306 s. (in Russian)
- Ziyayev R.R.* Zarafshon havzasi daryolari suv rejimi fazalarining iqlim ozgarishi sharoitidagi siljishlari [Shifts of the water regime phases of rivers of the Zerafshan basin under the conditions of climate change]. Geogr. f. f. d. ... diss. avtoreferati. – Toshkent, 2021. – 46 b. (in Uzbek)
- Karandaeva L.M., Karandaev S.V.* Analiz atmosfernix osadkov bazovogo i tekushego klimaticheskix periodov po dannim meteorologicheskix stansiy basseyna reki Chirchik i sopredelnix territoriy [Analysis of atmospheric precipitation of the base and current climatic periods according to meteorological stations in the Chirchik river basin and adjacent territories] // Gidrometeorologiya i monitoring okrujayushey sredi. – Toshkent, 2022. №3. – S. 30-43. (in Russian)
- Ososkova T.A., Xikmatov F.X., Chub V.Ye.* Izmenenie klimata [Changing of the climate]. – Tashkent: NIGMI, 2005. – 40 s. (in Russian)
- Turgunov D.M.* Tog daryolari kam suvli yillar oqimi gidrologik korsatkichlarini hisoblash va prognozlash [Calculation and forecasting of hydrological indicators of flow of mountain rivers in low-water years]. Geogr. fan. dok. (DSc) ... diss. avtoreferati. – Toshkent, 2022. – 61 b. (in Uzbek)
- Xaydarov S.A.* Zarafshon havzasi daryolari suv resurslarining shakllanishiga iqlimiy omillarning tasirini baholash [Assessment of the influence of climatic factors on the formation of water resources of rivers of the Zerafshan basin]. Geogr. f. f. d. ... diss. avtoreferati. – Toshkent, 2018. – 46 b. (in Uzbek)
- Xakimova Z.F.* Chirchiq-Ohangaron havzasida havo harorati va atmosfera yoginlarining iqlim ilishi sharoitidagi ozgarishlarini baholash [Assessment of changes in air temperature and atmospheric precipitation in the Chirchik-Ohangaron basin under climatic conditions] // Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti. 63-jild. – Toshkent, 2023. – B. 76-81. (in Uzbek)
- Xikmatov F.X., Yunusov G.X., Ziyaev R.R., Erlapasov N.B., Khakimova Z.F.* Zakonomernosti formirovaniya vodnix resursov gornix rek v usloviyax izmeneniya klimata [Patterns of formation of water resources of mountain rivers in conditions of climate change]. Monografiya. – Tashkent: “RNMU”, 2020. – 232 s. (in Russian)
- Xolmatjanov B.M.* Mintaqaviy atmosfera sirkulyatsiyasi, uning Orta Osiyo iqlimining ozgarishi va Ozbekistonning togli hududlarida havoning ifloslanishiga tasiri xususiyatlari [Regional atmospheric circulation, features of its impact on climate change in Middle Asia and air pollution in the mountainous regions of Uzbekistan]. Geogr. fan. dok. (DSc) ... diss. avtoreferati. – Toshkent, 2019. – 58 b. (in Uzbek)
- Saryov B.K., Karandaeva L.M.* Informatsionnie pokazateli kart temperaturi i osadkov v basseyne reki Zerafshan [Information indicators of temperature and precipitation maps in the Zerafshan River basin] // Tr. NIGMI. – Tashkent, 2007. – Вып. 8(253). – S. 93-100. (in Russian)
- Chub V.Ye.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na gidrometeorologicheskie protsessi, agroklimaticheskie i vodnie resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agroclimatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: «VORIS NASHRIYOT» MChJ, 2007. – 133 s. (in Russian)
- Hikmatov F.H., Ziyayev R.R., Hakimova Z.F.* Iqlimiy kattaliklarning iqlim ilishi sharoitidagi ozgarishlarini baholash usullari [Methods of evaluating the changes of climatic quantities in the conditions of climate work] / Iqlim ozgarishi sharoitida arid hududlar suv resurslari: muammolar va ularning yechimlari mavzuidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. – Toshkent, 2023. – B. 54-59. (in Uzbek)
- Xikmatov F.X., Ziyayev R.R., Saidova D.A.* Iqlim ilishi sharoitida chol-voha hududlaridan oqib otuvchi daryolar havzalarida havo haroratining ozgarishlari [Changes in air temperature in river basins flowing through

desert-oasis regions under climate conditions] / Iklim ozgarishi sharoitida chol-voha ekosistemi: muammolar va yechimlar mavzusidagi xalqaro simpozium. – Buxoro, 2023. – B. 8-12. (in Uzbek)

Ziyayev R.R., Hakimova Z.F., Halimova G.S. Global iqlim ilishi va bu jarayonning atmosfera yoginlarining miqdoriy ozgarishlariga tasirini baholash (Chirchiq-Ohangaron va Orta Zarafshon vohalari misolida) [Assessment of global climate change and the impact of this process on quantitative changes in atmospheric precipitation (In the example of Chirchik-Ohangaron and Middle Zarafshan oases)] / Iklim ozgarishi sharoitida chol-voha ekosistemi: muammolar va yechimlar mavzusidagi xalqaro simpozium. – Buxoro, 2023. – B. 21-25. (in Uzbek)

ГИДРОЛОГИЯ / HYDROLOGY

УДК: 556.18+556.114

**ҚУЙИ АМУДАРЁГА ОҚИБ КЕЛАДИГАН СУВ МИҚДОРНИНГ
АНТРОПОГЕН ОМИЛЛАР ТАЪСИРИДА ЎЗГАРИШИНИ БАҲОЛАШ****Б.Е. АДЕНБАЕВ¹, А.З. УМАРОВ^{1*}, О.А. ХАЙДАРОВА¹**¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, b.adenbayev@mail.ru

Аннотация. Мақолада Қуйи Амударёга оқиб келадиган сув миқдорининг ХХ асрнинг иккинчи ярмида Амударёда қурилган йирик гидротехник иншоотлар таъсирида ўзгариши баҳоланган. Шу мақсадда Туямўйин гидрология пости маълумотлари негизда дарё оқимининг кўп йиллик тебранишлари 90 йиллик давр учун таҳлил қилинган. Таҳлил асосида ҳисоблашлар табиий сув режимли (1930-1956 йй.), сув хўжалиги таъсирининг кучайиши (1957-1990 йй.) ва ҳозирги (1991-2020 йй.) давлари учун амалга оширилган. Биринчи ҳисоб даврида кўп йиллик оқим ҳажмининг умумий ҳисоб даври учун ҳисобланган ўртача қиймати 62,8 км³ га, иккинчи ҳисоб даврида биринчи ҳисоб даврига нисбатан 1,5 марта камайиб 41,6 км³ ни, учинчи ҳисоб даврида эса иккинчи ҳисоб даврига нисбатан 1,67 марта камайиб, 24,8 км³ ни ташкил этганлиги аниқланди.

Калит сўзлар: дарё, сув режими, сув сарфи, гидротехник иншоот, антропоген омил, оқим ҳажми, ўзгариш, баҳолаш, Амударё дарёси.

Кириш. Жаҳон тажрибаси шуни кўрсатадики, сўнгги йилларда дарёлар хавзаларининг турли қисмларида сув ресурсларидан фойдаланиш бўйича имкониятлар ўзаро кескин фарқ қилмоқда. Жумладан, дарёнинг юқори оқимига нисбатан унинг қуйи оқимидаги мамлакатлар заиф бўлиб қолмоқда. Бунга асосий сабаб – дарёларнинг юқори оқимида сув хўжалиги тадбирларининг барча турлари, жумладан, сув омборлари, ГЭСлар, йирик суғориш каналларини қуришдир. Бунинг оқибатида, дарёларнинг қуйи оқимида жойлашган мамлакатларда сув танқислиги йилдан-йилга кучайиб бормоқда.

Худди шу каби, ўтган ХХ асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб, Амударё хавзасида янгидан суғориладиган ерлар майдони жадал суратларда кенгайтирила бошланди. Шу мақсадда дарё хавзасининг юқори, ўрта ва қуйи оқимларида бир йўла ирригация ва гидроэнергетикага мўлжалланган йирик гидротехник иншоотлар – сув омборлари, ГЭСлар ва ирригация каналлари қурилиши авж олди. Ушбу гидротехник, гидроэнергетик ва сув хўжалиги иншоотлари Амударёнинг қуйи оқими гидрологик режимига йилдан-йилга кучлироқ таъсир кўрсата бошлади. Натижада Амударё оқими миқдори дарё узунлиги бўйича ҳамда йиллар давомида кескин камайиб борди. Афсуски, бу жараён ҳозирги кунда ҳам, Афғонистонга сув оладиган канал қурилиши туфайли, жадал суратларда давом этмоқда. Бундай салбий оқибатлар таъсирини бироз бўлса-да юмшатиш учун дарё оқими миқдорий ўзгаришларини аниқ баҳолаш катта илмий ва амалий аҳамиятга эга. Ушбу муаммони экологик вазият ёмонлашган Амударёнинг қуйи оқими мисолида ўрганиш ҳозирги кунда ўта долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Муаммонинг ўрганилганлиги. Амударёнинг гидрологик режимини тадқиқ этишнинг умумий назарий ва услубий масалалари дастлаб 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

* Масъул муаллиф: b.adenbayev@mail.ru, тел.: +998 90 118-30-80

олимларнинг тадқиқотларида батафсил ёритилган. Кейинчалик, ўтган асрнинг иккинчи ярмида, кучли антропоген омил таъсиридаги Амударёнинг сув режими А.А.Рафиқов [Рафиқов, 1981], В.Е.Чуб [Чуб, 2000], Ф.Э.Рубинова [Рубинова, 2005], Э.И.Чембарисов [Чембарисов, 2016], Е.Курбанбаев [Курбанбаев, 2011] каби олимлар томонидан ўрганилган. Ҳозирги кунда ушбу йўналишдаги тадқиқотлар Ф.Ҳ.Ҳикматов [Ҳикматов, 2008], В.А.Рафиқов [Рафиқов, 2009], Б.Е.Аденбаев [Аденбаев, 2020, 2021], А.К.Курбаниязов [Курбаниязов, 2017], Р.Т.Хожамуратова [Хожамуратова, 2020] ва бошқалар томонидан давом эттирилмоқда.

Ушбу тадқиқотнинг **асосий мақсади** Қуйи Амударёга оқиб келадиган дарё сувлари оқимининг антропоген омиллар таъсиридаги миқдорий ўзгаришларини баҳолашдан иборат. Мазкур мақсадни амалга ошириш учун тадқиқот ишида қуйидаги **вазифалар** белгилаб олинди: 1) Қуйи Амударёнинг бошланиш қисмида жойлашган Туямўйин гидрология постида 1930-2020 йиллар давомида кузатилган сув режими маълумотларини тўплаш; 2) тўпланган маълумотларни бирламчи қайта ишлаш, умумлаштириш ва уларни учта ҳисоб даврларга, жумладан, табиий сув режимли давр (1930-1956 йй.), сув ҳўжалиги таъсирининг кучайиш даври (1957-1990 йй.) ва ҳозирги давр (1991-2020 йй.) ларга бўлиб ўрганиш; 3) ҳисоб даврлари бўйича дарё оқимининг антропоген омиллар таъсирида миқдорий ўзгаришларини баҳолаш.

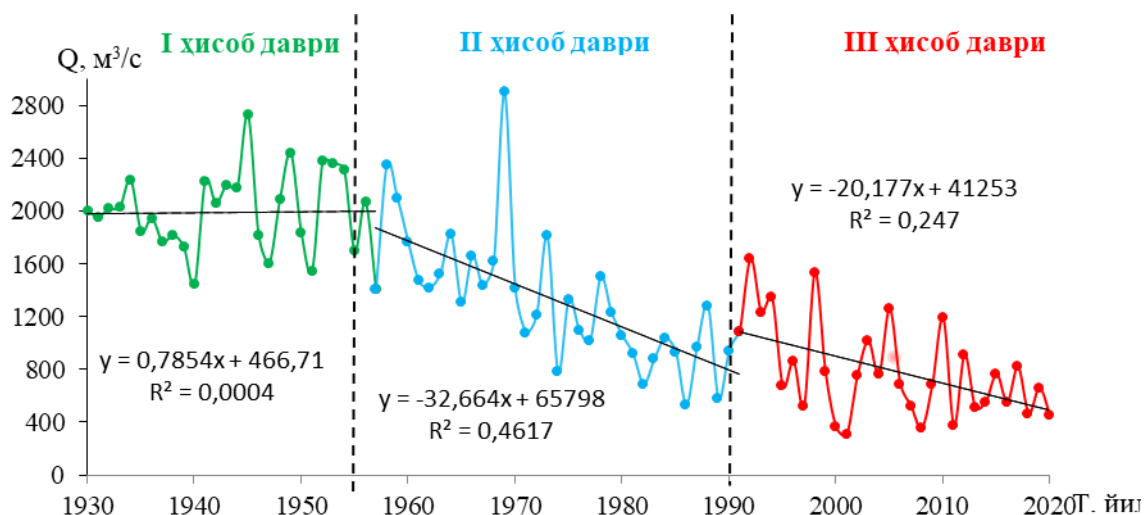
Тадқиқот объекти ва предмети. Ишда тадқиқот объекти сифатида Қуйи Амударё худуди танлаб олинди. Дарё оқимининг антропоген омиллар таъсирида миқдорий ўзгаришларини баҳолаш, таҳлил қилиш, улардан тегишли хулосалар чиқариш каби масалалар тадқиқотнинг предметини белгилайди.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Ишни бажариш жараёнида Амударёнинг қуйи оқимида жойлашган, Ўзгидромет тасарруфидаги Туямўйин гидрология постида кузатилган ўртача кўп йиллик (1930-2020 йй) сув сарфлари маълумотларидан фойдаланилди. Тадқиқотда географик умумлаштириш ва таққослаш, замонавий гидрологик ҳисоблашлар, эҳтимоллар назарияси ва математик статистика усуллари қўлланилди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Тадқиқот Амударёнинг қуйи оқимида жойлашган Туямўйин гидрология постида узок йиллар давомида кузатилган сув сарфлари маълумотларини таҳлил қилиш билан бошланди. Бу борада бажарилган ҳисоблашлар натижаларининг кўрсатишича, Туямўйин гидрология постида 1930 йилдан 1956 йилгача бўлган давр оралиғини табиий режимли давр деб олинди. Чунки ушбу даврда Амударёнинг Керки ва Туямўйин гидрология постлари оралиғида суғоришга олинган сув миқдорлари доимий бўлиб, улар дарёнинг йиллик оқимига нисбатан 10 фоиздан ошмаган [Проскуряков, 1953]. Лекин, 1957 йилдан бошлаб Амударёдан Қорақум каналига сув олина бошланган. Ушбу ҳолатни ҳисобга олиб, 1956 йил табиий сув режимли I ҳисоб даврининг охириги йили, 1957 йил эса II ҳисоб даврининг бошланиши сифатида қабул қилинди.

Мазкур II ҳисоб даври давомида, аниқроғи, 1970-йиллардан бошлаб, Амударёдан Қарши магистрал канали (ҚМК) ҳамда Аму-Бухоро канали (АБК) ва бошқа йирик ирригация каналларига сув олина бошланди [Аденбаев, Умаров, 2013]. Ушбу II ҳисоб даврининг охири сифатида 1990 йил қабул қилинди. Ўзбекистон 1991 йилда мустақилликка эришгач, мамлакатимиз сув ҳўжалиги тизимида жиддий ўзгаришлар бўлди. Шу ҳолатлар ҳисобга олиниб, III ҳисоб даврининг охириги йили сифатида 2020 йил қабул қилинди.

Ишнинг мақсадидан келиб чиқиб, тўпланган маълумотлар асосида ҳар бир ҳисоб даври учун ўртача йиллик сув сарфларининг йиллараро тебраниш графиклари [$Q_{\text{й}}=f(T)$] чизилди ва улар таҳлил қилинди (1-расм).



1-расм. Амударё дарёси оқимининг йиллараро тебраниш графиклари
(Туямўйин гидрология пости)

Рис 1. Графики многолетних колебаний стока реки Амударья
(гидрологический пост Туямуюн)

Fig 1. The graph of long-term fluctuations in the flow of the Amudarya River
(hydrological post Tuyamuyun)

Табиий сув режимли давр учун чизилган графикнинг таҳлили шуни кўрсатадики, 1930 йилдан 1956 йилгача бўлган оралиқда ўртача кўп йиллик сув сарфи 1993 м³/с га тенг бўлган. Бу миқдор 1930 йилдаги ўртача йиллик сув сарфига яқиндир. Шу йиллар мобайнида дарёда энг катта ўртача йиллик сув сарфи 1945 йилда кузатилиб, унинг қиймати 2730 м³/с га тенг бўлган. Энг кичик ўртача йиллик сув сарфи эса 1951 йилда кузатилиб, унинг миқдори 1150 м³/с ни ташкил этган (1-жадвал).

Юқорида таъкидланганидек, 1957-1990 йиллар оралиғида, Амударё узунлиги бўйича, бир қанча йирик гидротехник ҳамда гидроэнергетик иншоотлар қурилган ва йирик ирригация каналларига сув олина бошланган. Жумладан, Амударёнинг юқори оқимида Нурек сув омбори (1972 й.), унинг ўрта оқимида Қарши магистрал (1965-1973 йй.) ва Аму-Бухоро (1965-1976 йй.) каналлари фойдаланишга топширилган. Дарёнинг қуйи оқимида эса Туямўйин сув омбори (1978-1983 йй.) қурилиб, ишга туширилган. Ушбу йирик гидротехник иншоотлар Амударё оқими миқдорининг унинг узунлиги бўйича ўзгаришига ўз таъсирини кўрсатди. Натижада, табиий сув режимли I ҳисоб даврига нисбатан II ҳисоб даврида ўртача кўп йиллик сув сарфи миқдори ҳисоб гидрология постида 1,5 марта камайган ва 1319 м³/с ни ташкил этган. Ишнинг кейинги босқичида, яъни собиқ Иттифоқ парчаланиб, мамлакатимиз мустақилликка эришган III ҳисоб даврида Амударё оқими миқдорий ўзгаришларини баҳолашга алоҳида эътибор қаратилди.

Охириги йилларда, Амударё оқимига антропоген омилларнинг таъсири билан бир вақтда, иқлим илиши натижасида дарёнинг қуйи оқимида кам сувли йиллар тез-тез кузатилмоқда. Бунинг асосий сабаблари Нурек ва Туямўйин каби йирик сув омборлари иш режимининг номувофиқлиги ҳамда Қорақум, Қарши магистрал ва Аму-Бухоро каналларининг тўлиқ режимда ишлаши билан боғлиқдир. Дарёдан Афғонистонга сув олиниши, биз ўрганаётган ҳудудда сув тақчиллигини яна зўрайтиради.

Юқорида келтирилган учта ҳисоб давлари учун аниқланган характерли сув сарфлари ва уларга мос бўлган оқим ҳажмларининг қийматлари таҳлил қилинди

(1-жадвал). Ушбу жадвал маълумотларидан кўришиб турибдики, сув ҳўжалиги тадбирларининг кучайиши рўй берган II ҳисоб даврида ўртача кўп йиллик сув сарфларининг миқдорлари табиий сув режимли I ҳисоб даврига нисбатан камайиб борган. Жумладан, табиий режимли I ҳисоб даврида унинг қиймати 1993 м³/с, сув ҳўжалиги тадбирлари кучайган II ҳисоб даврида 1319 м³/с ва охириги 30 йиллик, яъни III ҳисоб даврида эса 788 м³/с ни ташкил этган. Шунга мос равишда оқим ҳажмларининг ўртача кўп йиллик қийматлари ҳам камайиб борган.

1-жадвал

**Амударё дарёси оқимининг турли ҳисоб даврларидаги миқдорий ўзгаришлари
(Туямўйин гидрология пости)**

Таблица 1

**Количественные изменения стока реки Амударья в разные
расчетные периоды (гидрологический пост Туямуюн)**

Table 1

**Quantitative changes in the flow of the Amudarya River in different
calculation periods (hydrological post Tuymuyun)**

Ҳисоб даврлари, йиллар	Характерли сув сарфлари, м ³ /с			Оқим ҳажмлари, км ³		
	ўртача кўп йиллик	максимал йил	минимал йил	ўртача кўп йиллик	максимал	минимал
I. 1930-1956 йй.	1993	<u>2730</u> 1945 й.	<u>1150</u> 1951 й.	62,8	86,7	45,7
II. 1957-1990 йй.	1319	<u>2900</u> 1969 й.	<u>531</u> 1986 й.	41,6	91,5	16,7
III. 1991-2020 йй.	788	<u>1639</u> 1992 й.	<u>308</u> 2001 й.	24,8	51,7	9,7

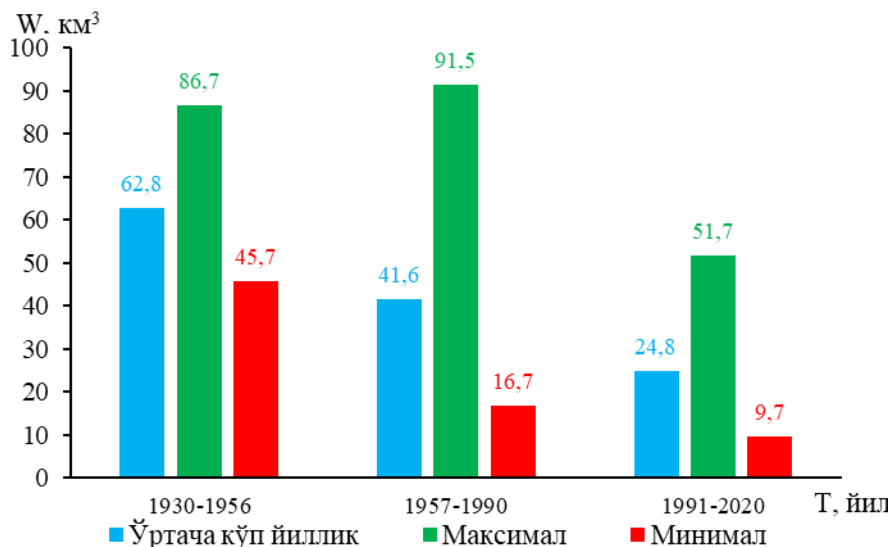
Алоҳида қайд этиш лозимки, Амударё узунлиги бўйича ирригация ва гидроэнергетика мақсадларида қурилган йирик гидротехник иншоотларнинг эксплуатация қилиниши натижасида Амударё оқимининг экстремал (максимал ва минимал) сув сарфлари ҳам камайган. Ушбу фикр-мулоҳазалар, II ҳисоб давридаги, 1969 йилни ҳисобга олмаганда, ўринлидир. Юқорида келтирилган жадвал маълумотлари асосида, оқим ҳажмининг ўртача кўп йиллик, максимал ва минимал қийматларидан фойдаланиб, ажратилган ҳисоб даврлари учун оқим миқдорларининг ўзгариши диаграммалари чизилди (2-расм).

Графикдан кўришиб турибдики, I ҳисоб даврида кўп йиллик оқим ҳажмининг умумий ҳисоб даври учун ҳисобланган ўртача қиймати 62,8 км³ га, II ҳисоб даврида I ҳисоб даврига нисбатан 1,5 марта камайиб 41,6 км³ ни, III ҳисоб даврида эса II ҳисоб даврига нисбатан 1,67 марта камайиб, 24,8 км³ ни ташкил этган.

Максимал оқим ҳажмларининг белгиланган ҳисоб даврлари учун аниқланган йиллик қийматларининг энг каттаси II ҳисоб даврининг 1969 йилига тўғри келиб, бу йилдаги оқим ҳажми 91,5 км³ га тенг бўлган. Бунинг асосий сабабини, кузатишлар олиб борилган бошқа йилларга нисбатан 1969 йилнинг ўта кўп сувли бўлганлиги билан изоҳласа бўлади. Ундан кейинги ўринда I ҳисоб давридаги 1945 йил ($W=86,7$ км³) туради. Максимал оқим ҳажмининг энг кичик қиймати III ҳисоб даврига тўғри келиб, бу қиймат 51,7 км³ га тенг бўлган ва у 1992 йилга тўғри келади.

Оқим ҳажмлари минимал қийматларининг энг каттаси I ҳисоб даврида, кам сувли 1951 йилда, 45,7 км³ га, II ҳисоб даврида – 1986 йилда, 16,7 км³ га, III ҳисоб даврида эса бу қиймат, 2001 йилда, 9,7 км³ ни ташкил этган. Таъкидлаш лозимки II ва III ҳисоб даврларида Амударё оқими минимал ҳажмининг камайишига, биринчидан антропоген

омиллар таъсири сабаб бўлса, иккинчидан, юқорида қайд этилган йиллар кам сувли бўлганлиги билан ажралиб туради.



2- расм. Амударё дарёси характерли оқим ҳажмларининг ҳисоб даврлари бўйича миқдорий ўзгаришлари

Рис. 2. Количественные изменения характерных объёмов стока реки амударья по расчётным периодам

Fig. 2. Quantitative changes in characteristic runoff volumes of Amudarya River by calculation periods

Қуйи Амударёга оқиб келадиган сув миқдорининг алоҳида беш йиллик ҳисоб даврларидаги ўзгаришларини ўрганиш ҳам муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга. Ушбу ҳолатларни эътиборга олган ҳолда, юқорида келтирилган ҳисоб даврларига мос равишда оқим миқдорларининг алоҳида беш йилликлар бўйича ўзгаришлари таҳлил қилинди (3-расм).

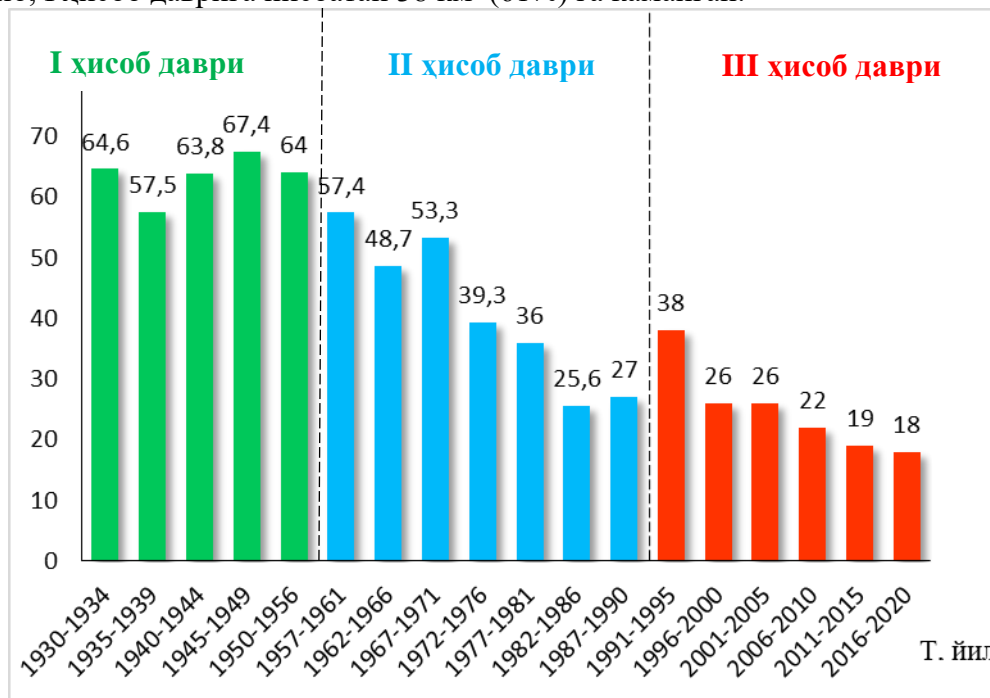
Таҳлиллар натижаларига кўра, I ҳисоб давридаги беш йиллик ҳисоблашлар бўйича ўртача кўп йиллик оқим миқдорининг энг кичик қиймати 1935-1939 йиллар оралиғида кузатилган бўлиб, $57,5 \text{ км}^3$ ни, энг катта қиймати эса 1945-1949 йилларга тўғри келиб $67,4 \text{ км}^3$ ни ташкил этган. II ҳисоб даврида беш йиллик оралиқлар учун бажарилган ҳисоблашлар бўйича ўртача йиллик оқим миқдорининг энг катта қиймати $57,4 \text{ км}^3$ га тенг бўлиб, ушбу миқдор 1957-1961 йилларга тўғри келади. Энг кичик қиймати эса 1982-1986 йилларда кузатилиб, $25,6 \text{ км}^3$ ни ташкил қилган. III ҳисоб даврида 1991-1995 йиллардаги беш йилликда Амударё оқимининг кўпайиши тенденцияси кузатилган. Бунинг асосий сабабини, бошқа йилларга нисбатан кўп сувлилиги билан ажралиб турадиган 1992 йил билан изоҳлаш мумкин. Шу давр ичида ўртача йиллик оқим ҳажми 38 км^3 ни ташкил этган. Дарё оқимининг энг кичик қиймати эса 18 км^3 га тенг бўлиб, 2016-2020 йиллар оралиғига тўғри келган.

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

1. Қуйи Амударёнинг Туямўйин гидрология постида кузатилган сув сарфлари маълумотлари тўпланди ва улар умумлаштирилиб, бирламчи қайта ишланди, маълумотлар базаси яратилди. Таҳлиллар натижаларига таянган ҳолда, умумий кузатиш йиллари учта ҳисоб даврларига ажратилди: I ҳисоб даври (1930-1956 йй.), табиий сув режимли; II ҳисоб

даври (1957-1990 йй.), антропоген омил таъсири кучайган йиллар; III ҳисоб даври (1991-2020 йй.), сув ҳўжалиги тизимида жиддий ўзгаришлар бўлган йиллар.

2. Ҳар бир ҳисоб даври учун ўртача кўп йиллик ҳамда экстремал сув сарфлари ва улар асосида оқим ҳажмлари аниқланди. Ҳисоблашлар натижаларига кўра, II ҳисоб даврида Амударё оқими миқдори ($W=41,6 \text{ км}^3$) I ҳисоб давридаги ($W=62,8 \text{ км}^3$) га нисбатан 21, 2 км^3 ёки 44 % га, кейинги III ҳисоб давридаги оқим миқдори $W=24,8 \text{ км}^3$ га тенг бўлиб, I ҳисоб даврига нисбатан 38 км^3 (61%) га камайган.



3-расм. Амударё дарёси оқимининг турли ҳисоб даврларида ўзгариши

Рис.3. Изменение стока реки Амударья в разные расчетные периоды

Fig.3. Change in Amudarya River flow in different reporting periods

3. Қуйи Амударёга оқиб келадиган сув миқдорининг алоҳида беш йилликлардаги ўзгаришлари тадқиқ этилди. I ҳисоб даврида беш йилликлардаги ўртача оқим ҳажмининг энг кичик қиймати $W=57,5 \text{ км}^3$ га тенг бўлиб, 1935-1939 йиллар оралиғига, энг катта миқдори ($W=67,4 \text{ км}^3$) эса 1945-1949 йилларга тўғри келди. Оқим миқдорларининг беш йилликлар бўйича кескин ўзгаришлари II ва III ҳисоб даврларида кузатилди.

4. Алоҳида қайд этиш лозимки, Амударё оқимининг беш йилликлар бўйича камайиши III ҳисоб даврида ҳам жадал суратларда давом этди. Ушбу камайиш натижасида охириги беш йиллик (2016-2020 йй.) да Қуйи Амударёга бор йўғи $W=18 \text{ км}^3$ сув оқиб келди. Кўриниб турибдики, ушбу рақам табиий сув режимидаги ўртача кўп йиллик миқдори ($W=64,6 \text{ км}^3$) га нисбатан 3,6 марта камдир.

5. Умумий хулоса сифатида айтиладиган бўлса, тадқиқот натижаларидан Қуйи Амударёда жойлашган Қорақалпоғистон Республикаси, Хоразм вилояти ҳамда Туркменистон Республикасининг Тошхувуз вилоятининг ижтимоий-иқтисодий ривожланиш режаларини тузишда ҳисобга олиш лозим, деб ҳисоблаймиз.

Миннатдорчилик. Муаллифлар мақолани нашрга тайёрлаш жараёнида билдирган таклифлари, илмий маслаҳатлари учун г.ф.д., профессор Ф.Ҳ.Ҳикматовга ўз миннатдорчилигини билдирадилар.

Муаллифлар хиссаси. Б.Е. Аденбаев: мақола ғояси, методология, тадқиқот объектини танлаш, натижалар таҳлили, хулосалар. **А.З. Умаров:** мақола ғоясини қўллаш, 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 розиликларини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Аденбаев Б.Е. Современный гидрологический режим и водообеспеченность низовьев реки Амударьи // Автореф дисс.. на соис.. ученой степени д.г.н. – Ташкент, 2020. – 72 с.

Аденбаев Б.Е., Умаров А.З. Об изменении стока реки Амударьи 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 Амударьи. – 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 Амударьи // Труды лаборатории озероведения, Том 4. – Л.: 1957. – С. 192-268.

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

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

Рафиков 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 Амударьи. – М.: Гидрометеиздат, 1968. – 268 с.

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

Хожамуратова Р.Т. Комплексная оценка влияния мелиорации на гидроэкологическое состояние водных ресурсов Республики Каракалпакстан и пути их уменьшения // Автореф... дисс.. на соис.. ученой степени д.г.н. – 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. Амударьи). – 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. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 335 с.

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

Хайдарова О.А. Амударё гидрологик режимига таъсир этувчи сув иншоотлари ҳақида // Ўзбекистон география жамяти ахбороти, 41-жилд. – Тошкент, 2013. – Б. 156-160.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ОБЪЕМА ПОСТУПЛЕНИЯ РЕЧНЫХ ВОД В НИЗОВЬЯ АМУДАРЬИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**Б.Е. АДЕНБАЕВ¹, А.З. УМАРОВ¹, О.А. ХАЙДАРОВА¹**¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, b.adenbaev@mail.ru.

***Аннотация.** В статье оценены изменения объема поступления речных вод в низовья реки Амударьи под влиянием строительства крупных гидротехнических сооружений, построенных во второй половине XX века. Для этого были проанализированы многолетние колебания стока реки за 90 летний период по данным гидрологического поста Туямуюн. На основе анализа произведены расчеты для периодов естественного водного режима (1930-1956 гг.), повышенного влияния водного хозяйства (1957-1990 гг.) и современного (1991-2020 гг.) периодов. В первом расчетном периоде среднее значение многолетнего объема стока, рассчитанное за весь расчетный период, составил 62,8 км³, во втором расчетном периоде составило 41,6 км³, что меньше в 1,5 раза по сравнению с первым расчетным периодом, а в третьем расчетном периоде он снизился до 24,8 км³ или в 1,67 раза меньше по сравнению со вторым расчетным периодом.*

***Ключевые слова:** река, водный режим, расход воды, гидротехническое сооружение, антропогенное влияние, объем стока, изменение, оценка, река Амударья.*

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE VOLUME OF RIVER WATER INPUT INTO THE LOWER AMUDARYA UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS**B.E. ADENBAEV¹, A.Z. UMAROV¹, O.A. KHAYDAROVA¹**¹ Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan, b.adenbayev@mail.ru.

***Abstract.** The article assesses changes in the volume of river water inflow into the lower reaches of the Amudarya River under the influence of the construction of large hydraulic structures built in the second half of the 20th century. For this purpose, long-term fluctuations in river flow over a 90-year period were analyzed according to data from the Tuyamuyun hydrological station. Based on the analysis, calculations were made for periods of natural water regime (1930-1956), increased influence of water management (1957-1990) and modern (1991-2020) periods. In the first calculation period, the average value of the long-term runoff volume calculated for the entire calculation period was 62.8 km³, in the second calculation period it was 41.6 km³, which is 1.5 times less compared to the first calculation period, and in the third calculation period period it decreased to 24.8 km³ or 1.67 times less compared to the second calculation period.*

***Keywords:** river, water regime, water flow, hydraulic structure, anthropogenic influence, flow volume, change, assessment, Amudarya River.*

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... diss.. na sois.. uchenoy stepeni d.g.n. – Tashkent, 2020. – 72 s. (in Russian)

Adenbaev B.E., Umarov A.Z. Ob izmenenii stoka reki Amudari pod vliyaniem hozyaystvennoy deyatel'nosti [On changes in the flow of the Amu Darya River under the influence of economic activity] // Farghona vodiysida tabiatdan foidalanish va muhofaza qilishning dolzarb muammolari respublika ilmiy-amaly conference materiallari tuplami. – 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 River]. – 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: monografiya [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. – L.: 1957. – S. 192-268. (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 Amu Darya]. – 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 respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferensii. – Nukus, 2009. – S. 74-76. (in Russian)

Rubinova F.E., Ivanov Yu.N. Kachestvo vodi rek basseyna Aralskogo morya i yego 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] – 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 obshestva Uzbekistana, Tom 31, 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.. na sois.. uchenoy stepeni d.g.n. – Tashkent, 2020. – 72 s. (in Russian)

Chembarisov E.I., Nasrulin A.B., Lesnik T.Yu., Khozhamuratova R.T. 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) [Genezis, formirovaniye i rejim poverxnostnix vod Uzbekistana i ix vliyaniye na zasoleniye i zagryazneniye agrolandshaftov (na primere basseyna r. Amudari)] – 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] – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 335 s. (in Russian)

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

Haydarova O.A. Amudaryo gidrologik rejimiga tasir etuvchi suv inshootlari haqida [About water structures affecting the hydrological regime of Amudarya] // Ozbekiston geografiya jamiyati axboroti, 41-jild. – Toshkent, 2013. – B. 156-160. (in Uzbek)

УДК:556.332.2

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ И ПОВТОРЯЕМОСТИ СЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ РЕК ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО БАССЕЙНА)**А.Я.¹ИСАКОВА^{1*}, Б.Ф. ХИКМАТОВ²**¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, isakovaziza@mail.ru² Институт гражданской защиты Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Узбекистан, fvvfmi@umail.uz

Аннотация. Работа посвящена вопросам оценки возможных количественных изменений максимальных расходов селевых паводков и их повторяемости в условиях потепления климата. Проблема изучена на примере малых низкогорных рек Чирчик-Ахангаранского бассейна. Ожидаемые климатические изменения в изучаемом бассейне оценены на основе моделей и сценариев, разработанных специалистами ВМО и адаптированных в НИГМИ Узгидромета к условиям Узбекистана. Выявлены эмпирические связи между максимальными расходами и повторяемостью селевых паводков и определяющими их климатическими факторами. Показано повышение величины максимальных расходов селевых паводков на изученных реках к 2030 году, в среднем, на 42%, 2050 году – 33%, а их повторяемость возрастут, соответственно, 1,7 и 1,6 раз.

Ключевые слова: селевые паводки, слой дождя, температура воздуха, максимальный расход, максимальный модуль стока, повторяемость селей, изменение климата.

Введение. Известно, что селевые явления отличаются огромными масштабами наносимого ими материального и морального ущерба человечеству. В связи с этим, сегодня многих исследователей привлекают вопросы изучения гидрометеорологических условий, играющих важную роль в формировании селевых паводков с целью усовершенствования методов расчета максимальных расходов селей и оценки их повторяемости.

Первые исследования, посвященные изучению селевых паводков горно-предгорных районов Узбекистана и прилегающих территорий, выполнены П.М.Машуковым [Машуков, 1962], Т.М.Мустафакуловым [Мустафакулов, 1965], Ф.К.Кочергой [Кочерга, 1967], Ю.Б.Виноградовым [Виноградов, 1967], Д.Х.Салиховой [Салихова, 1975], П.М.Карповым, В.П.Пушкаренко [Карпов, Пушкаренко, 1976], В.А.Ни [Ни, 1978], Р.Г.Вафинным [Вафин, 1978], О.П.Щегловой [Щеглова, 1984], Ю.М.Денисовым [Денисов, 1986], А.Ф.Шахидовым [Шахидов, 1995], Х.А.Исмагиловым [Исмагилов, 2006], В.Е.Чубом, Г.Н.Трофимовым, А.С.Меркушкиным [Чуб, Трофимов, Меркушкин, 2007] и другими. В последние годы исследованиями по данной проблеме занимаются А.Х.Туляганов [Туляганов, 2008], С.В.Мягков [Мягков, 2010], Ф.Х.Хикматов [Хикматов, 2011], Б.Д.Салимова [Салимова, 2011], И.В.Дергачева [Дергачева, 2019] и другие.

Однако, в работах вышеуказанных исследователей не рассматривались вопросы оценки возможных изменений максимальных расходов и повторяемости селевых паводков малых рек и саев Узбекистана. Данная работа отличается от вышеупомянутых исследований тем, что в ней вопросы изменения величины максимальных расходов и повторяемости селевых паводков в условиях потепления климата рассматриваются на примере малых низкогорных рек Чирчик-Ахангаранского бассейна.

Цели и задачи работы. Основной целью данной работы является оценка возможных изменений величины максимальных расходов селевых паводков и их

* Ответственный автор: isakovaziza@mail.ru, тел.: +998 99 881-66-86

повторяемости в условиях потепления климата. Для достижения указанной цели, в работе были поставлены следующие задачи:

- выбор подходящих для Чирчик-Ахангаранского бассейна моделей и разработанных на их основе сценариев климатических изменений;
- поиск эмпирических связей между основными характеристиками селевых паводков – максимальными расходами, их повторяемости и климатическими показателями;
- изучение связи среднего числа зарегистрированных селей в году со средним числом дней с дождями, а также годовой суммой атмосферных осадков;
- оценка возможных изменений величины максимальных расходов и повторяемости селей на малых реках Чирчик-Ахангаранского бассейна в условиях потепления климата.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования, как указано выше, был выбран малые низкогорные реки Чирчик-Ахангаранского бассейна, которые отличаются с интенсивными селепроявлениями. Предметом исследования является оценка возможных изменений величины максимальных расходов и повторяемости селей в бассейнах изучаемых рек в условиях потепления климата.

Исходные данные и методы исследований. В работе были использованы данные о селевых паводках, зарегистрированных на 13 гидрологических постах малых рек Чирчик-Ахангаранского бассейна и данные об атмосферных осадках, учтенных на метеорологических станциях, действующих на территории изучаемого бассейна. В работе были использованы современные гидрологические расчеты, методы математической статистики. Оценки возможных изменений характеристик селей произведены на основе климатических моделей и сценариев ВМО, адаптированных учеными НИГМИ к условиям Узбекистана и прилегающих территорий.

Основные результаты и их обсуждение. Известно, что в конце XX столетия Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) рассматривались 6 сценариев эмиссии парниковых газов. В Специальном отчете по сценариям эмиссий (Special Report on Emission Scenarios – SRES2000) содержится информация о новых сценариях эмиссии парниковых газов, обобщенно называемых A1, A2, B1 и B2 [IPCC ..., 2000].

Семейство сценариев A1 описывает будущий мир с очень быстрым экономическим ростом, численность мирового населения достигает своего пикового значения в середине XXI столетия, а затем сокращается [Чуб и др., 2007]. Семейство сценариев B1 описывает конвергентный мир с той же самой численностью мирового населения, которая достигает своего пикового значения в середине XXI столетия, а затем начинает уменьшаться, что и в сценариях A1. Здесь основной упор делается на решение проблем экономической, социальной и экологической устойчивости мирового сообщества [Чуб, Трофимов, 2007].

Семейство сценариев A2 предусматривает очень неоднородный мир, при самообеспечении и сохранении местной идентичности. Конвергенция структур рождаемости в различных регионах происходит очень медленно, что приводит в результате к постоянному росту населения. Экономическое развитие направлено в основном на региональные цели, а экономический рост на душу населения и изменение технологии носят более фрагментарный характер и происходят более медленно [Чуб и др., 2007].

В семейство сценариев B2 основное внимание уделяется решениям местных проблем экономической, социальной и экологической устойчивости. Оно характеризуется с постоянно возрастающей численностью мирового населения, при темпах более быстрых, чем в A2. Темпы экономического развития более медленные, чем в сценарии A2. Сценарий B2 ориентирован на защиту окружающей среды и установление социальной справедливости.

При построении климатических сценариев для территории Узбекистана в работе Т.Ю.Спектормана и Е.В.Петровой [Спекторман, Петрова, 2007] были использованы выходные результаты трехмерной модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). Как известно, данная модель разработана для условий средней чувствительности климата к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере в соответствии со сценариями выбросов A1, A2, B1 и B2 с учетом смягчающего влияния сульфатных аэрозолей. Эти сценарии климата являются осредненными вариантами следующих шести климатических моделей, описывающих климатические изменения: CGCM1-TR, CSIRO-TR, BCCRAM4, HadCM3, CCSR-NIES, GFDL-TR.

На основе этих шести климатических моделей специалистами Узгидромета проводились оценки будущих изменений климата для следующих двух контрольных сроков – к 2030 г. и 2050 г. Ими масштабы изменения климатических показателей – температуры воздуха и атмосферных осадков оценены по сравнению «базовым климатическим периодом – БКП» (1961-1990 гг.), предложенным ВМО. Во Втором Национальном сообщении Республики Узбекистан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата приведены масштабы этих изменений (в процентах от БКП) для отдельных районов Узбекистана, куда входит рассматриваемый нами в данной работе Чирчик-Ахангаранский бассейн (табл. 1).

Таблица 1

Изменения среднегодовых температур воздуха и годовых сумм атмосферных осадков в предгорно-горных районах Узбекистана относительно БКП согласно климатическим сценариям A2 и B2

Table 1

Changes in average annual air temperatures and annual amounts of precipitation in the foothills and mountainous regions of Uzbekistan relative to the BCP according to climate scenarios A2 and B2

Предгорно-горные районы Узбекистана		Температура воздуха, °С		Атмосферные осадки, %	
		2030 г.	2050 г.	2030 г.	2050 г.
Предгорные (Самаркандская, Джизакская, Ташкентская области, Ферганская долина)	A2	1,2	2,3	115	118
	B2	1,6	2,3	106	108
Горные (отроги Западного Тянь-Шаня)	A2	1,1	2,2	117	115
	B2	1,4	2,2	108	110

Примечание: A2 и B2 – климатические сценарии.

Note: A2 and B2 – climate scenarios.

При оценке изменений, как повторяемости селей, так и их максимальных расходов нас интересует, прежде всего, ожидаемые изменения атмосферных осадков. Как представлено в таблице 1, для территории Западного Тянь-Шаня, по сценарию A2 ожидается увеличение годовых сумм атмосферных осадков для упомянутых временных отрезков (2030 г. и 2050 г.), соответственно, 1,17 и 1,15 раз, а по сценарию B2 – в 1,08 и 1,10 раз. Эти соотношения нами были использованы в дальнейших расчетах, связанных с оценкой изменения основных характеристик селей, в частности, их максимальных расходов и повторяемости, в условиях потепления климата.

В литературе неоднократно отмечалось, что селевые паводки на малых низкогорных реках Узбекистана формируются, в основном, за счет выпадения интенсивных дождей [Вафин, 1978; Виноградов, 1967; Денисов, 1986; Салимова, 2011]. Учитывая это обстоятельство, нами в качестве основного расчетного параметра использован слой дождей 1% обеспеченности ($H_{1\%}$). Для расчета величины этого параметра на контрольные сроки (2030 г. и 2050 г.), получены связи между годовой

суммой осадков ($H_{\text{год}}$) и величиной $H_{1\%}$, рассчитанных на основе данных метеорологических пунктов, действующих в Чирчик-Ахангаранском бассейне [Исакова, Хикматов, 2021].

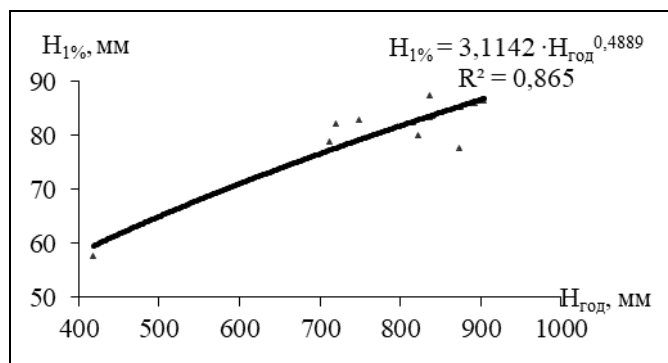


Рис. 1. Связь между годовой суммой осадков ($H_{\text{год}}$) и слоем дождей 1% обеспеченности ($H_{1\%}$)

Fig. 1. Relationship between annual precipitation ($H_{\text{год}}$) and 1% probability rain layer ($H_{1\%}$)

График связи (рис. 1) между годовой суммой осадков ($H_{\text{год}}$) и слоем дождей 1% обеспеченности ($H_{1\%}$) выражается степенной зависимостью:

$$H_{1\%} = 3,11 \cdot H_{\text{год}}^{0,489}. \quad (1)$$

Теснота этой зависимости характеризуется корреляционным соотношением, равным $\eta=0,930\pm 0,025$.

Затем, для 13-ти изучаемых нами малых рек Чирчик-Ахангаранского бассейна, получена связь между максимальным модулем стока ($M_{1\%}$), соответствующего 1% расходам воды и 1% квантилям дождя. Эту зависимость можно аппроксимировать как линейной (2), так и криволинейной (3) связью (рис. 2):

$$M_{1\%} = 0,4086 \cdot H_{1\%} - 32,107; \quad (2)$$

$$M_{1\%} = 0,405 \cdot H_{1\%}^2 - 6,3389 \cdot H_{1\%} + 248,51, \quad (3)$$

где $M_{1\%}$ – максимальный модуль стока ($\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$); $H_{1\%}$ – слой дождя 1% обеспеченности. Теснота линейной связи в выражениях (2) и (3) характеризуется коэффициентом корреляции $r=0,812\pm 0,063$, а для криволинейной связи корреляционным соотношением $\eta=0,922\pm 0,027$.

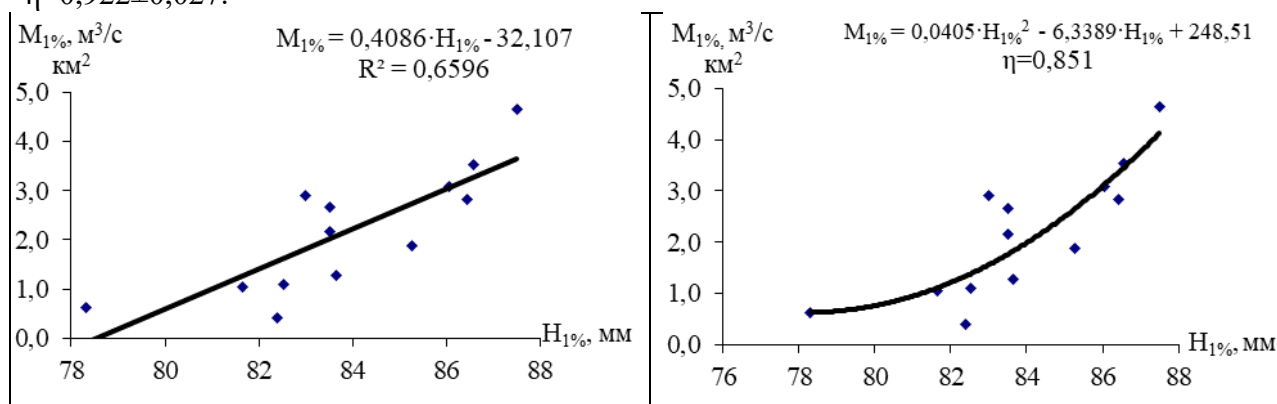


Рис. 2. Графики связи между максимальным модулем стока ($M_{1\%}$) и слоем дождя 1% обеспеченности ($H_{1\%}$)

Fig. 2. Graphs of the relationship between the maximum runoff module ($M_{1\%}$) and the rain layer of 1% probability ($H_{1\%}$)

Здесь следует отметить, что все гидрометеорологические характеристики относились к средневзвешенной высоте бассейнов рек. С этой целью был построен график связи между годовой суммой осадков ($H_{\text{год}}$) и средневзвешенной высотой бассейна (Z) (рис. 3а). График связи характеризуется выражением:

$$H_{\text{год}} = 745,5 \cdot Z^{0,553}. \quad (4)$$

При изучении селевых явлений важной характеристикой является среднее число дней с дождями. В связи с этим, рассмотрена связь среднего числа дней с дождями (\bar{m}) со средней высотой водосбора изучаемых рек (Z). Аналитическое выражение данной связи (рис. 3б) имеет следующий вид:

$$\bar{m} = -28,0 \cdot Z^2 + 59,8 \cdot Z + 88,7. \quad (5)$$

В литературе особо отмечено, что слой дождя 1% обеспеченности часто формирует селевые потоки [Виноградов, 1967; Салимова, 2011; Чуб, Трофимов, 2007]. Известно, что в горных условиях данная характеристика дождей изменяется с высотой. В связи с этим, этот вопрос нами рассмотрен на примере изучаемого Чирчик-Ахангаранского бассейна. Построен график связи слоя дождя 1% обеспеченности ($H_{1\%}$) с высотой - Z (рис. 3в). Эмпирическое выражение этой связи имеет следующий вид:

$$H_{1\%} = -29,6 \cdot Z^2 + 63,0 \cdot Z + 51,4. \quad (6)$$

Как и следовало ожидать, связи между максимальным модулем стока 1% обеспеченности ($M_{1\%}$) и высотой водосбора (Z) не получилось (рис. 3г). Поэтому, в дальнейших расчетах, для вычисления максимального модуля стока 1% обеспеченности ($M_{1\%}$) нами использована связь модуля со слоем дождей 1% обеспеченности (рис. 2а).

Для 13 рек Чирчик-Ахангаранского бассейна, рассчитаны максимальные расходы воды 1% обеспеченности на контрольные периоды (2030 г. и 2050 г.) с учетом изменений годовых сумм осадков. В расчетах использованы параметры слоя дождей 1% обеспеченности (табл. 2).

Данные таблицы 2 показывают, что наиболее существенное увеличение максимальных расходов воды на реках Чирчик-Ахангаранского бассейна следует ожидать к 2030 году, когда максимальные расходы, в среднем, для всех рек увеличатся на 42% по сравнению с БКП максимальными расходами селевых паводков. Аналогичная картина также ожидается к 2050 году. Нужно отметить, что для ряда рек (Гальвасай, Каранкульсай) получено уменьшение максимальных расходов воды (табл. 2). Такой результат следует объяснить некоторыми недостатками, как способов расчета, так и качеством исходных данных.

Как отмечено выше, селевые потоки на малых реках средне-низкогорного пояса Узбекистана формируются в основном при выпадении дождей. Поэтому, для оценки повторяемости селей на малых реках Чирчик-Ахангаранского бассейна на перспективу, в качестве основного параметра нами были выбраны среднее число дождей в году (\bar{m}) для каждой изучаемой реки. С этой целью, нами использованы среднее число всех учтенных дождей, слоем от 0,0 мм (следы дождей) до H_{max} , равное:

$$\bar{m} = \frac{\bar{m}_1}{0,45}, \quad (7)$$

где (\bar{m}_1) – среднее число дождей в году со слоем более 1,0 мм [Расулов и др., 2000].

Общеизвестно, что годовую сумму осадков ($H_{\text{год}}$) можно представить в виде произведения среднего слоя осадков ($\bar{H}_{\text{сут}}$) на среднее число дней с дождями (\bar{m}):

$$H_{\text{год}} = \bar{H}_{\text{сут}} \cdot \bar{m}. \quad (8)$$

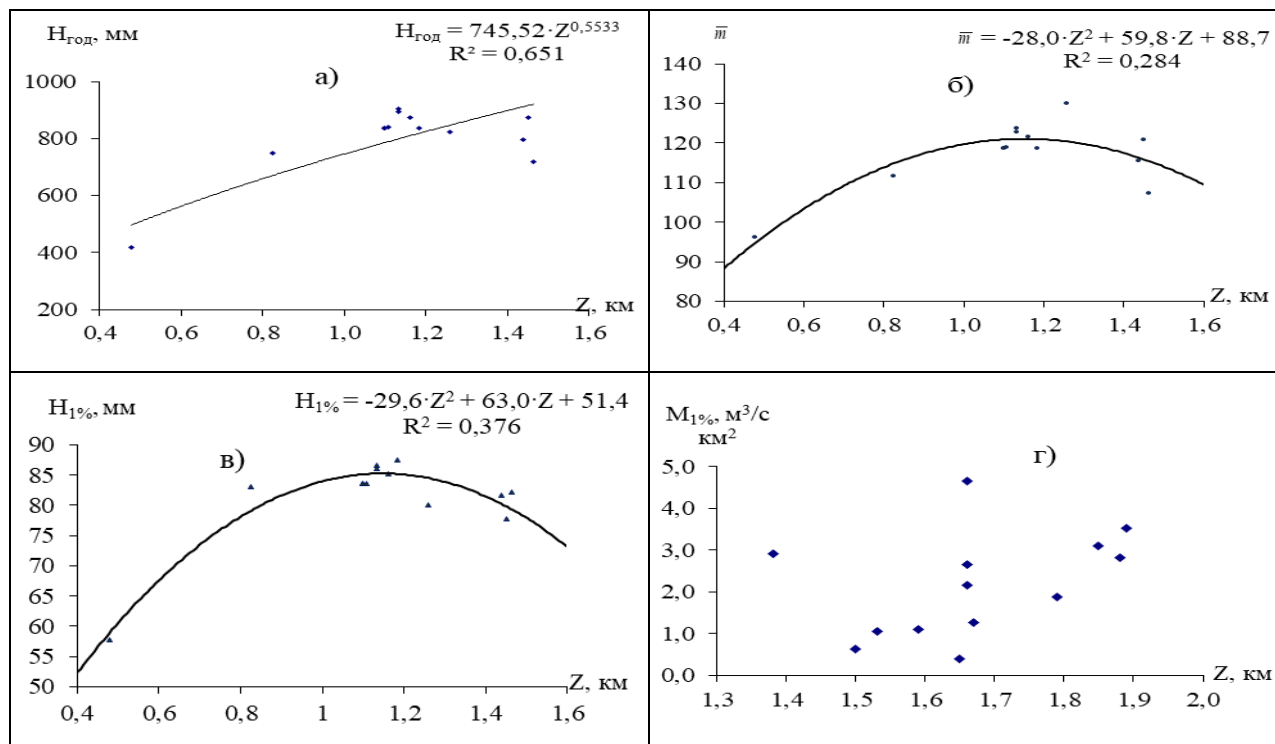


Рис. 3. Изменения с высотой годовых сумм осадков $H_{год}$ (а), среднего числа дней с осадками \bar{m} (б), слоя дождя 1% обеспеченности $H_{1\%}$ (в), 1% модуля стока $M_{1\%}$ (г) в Чирчик-Ахангаранском бассейне

Fig. 3. Changes with height of annual precipitation amounts $H_{год}$ (a), average number of days with precipitation \bar{m} (b), rain layer 1% probability $H_{1\%}$ (c), 1% runoff module $M_{1\%}$ (d) in Chirchik-Akhangaran basin

Таблица 2

Изменение максимальных расходов воды 1% обеспеченности при изменении климатических показателей

Table 2

Change in maximum water flow of 1% of supply with changes in climate indicators

Река	$H_{год}$, мм	$H_{1\%}$, мм			$M_{1\%}$, м ³ /с км ²	$Q_{1\%}$, м ³ /с	$M_{1\%}$, м ³ /с км ²		$Q_{1\%}$, м ³ /с / %	
	БКП	БКП	2030 г.	2050 г.	БКП	БКП	2030	2050	2030 г.	2050 г.
Четьксай	901	86,4	92,9	92,2	3,26	28,3	5,95	5,64	51,8/82,7	49,1/73,3
Наугарзан-1	904	86,6	93,0	92,3	3,31	279,3	6,01	5,70	52,3/84,4	49,6/75,0
Наугарзан-2	892	86,1	92,5	91,8	3,10	287,5	5,78	5,47	50,3/77,4	47,6/68,1
Абджазсай	815	82,5	88,7	88,0	1,63	115,1	4,20	3,91	36,6/29,1	34,0/20,1
Шаугазсай	836	83,5	89,8	89,1	2,04	134,4	4,64	4,35	40,4/42,6	37,8/33,6
Янгикурган	875	85,3	91,7	90,9	2,77	93,5	5,43	5,13	47,2/66,7	44,6/57,5
Чимгансай	796	81,7	87,8	87,1	1,27	29,6	3,81	3,53	33,2/17,1	30,7/8,2
Гальвасай	755	79,7	85,6	85,0	0,45	25,4	2,93	2,65	25,5/-10,0	23,0/-18,7
Акташсай	839	83,7	89,9	89,2	2,10	40,5	4,71	4,41	40,9/44,5	38,4/35,4
Алтынбельсай	836	83,5	89,8	89,1	2,04	79,9	4,64	4,35	40,4/42,6	37,8/33,6
Наувалисай	833	79,0	89,6	88,9	0,16	16,3	4,58	4,29	39,9/40,7	37,3/31,7
Паркентсай	836	87,5	89,8	89,1	3,70	296,0	4,64	4,35	40,4/42,6	37,8/33,6
Каранкульсай	749	83,0	85,3	84,6	1,83	28,5	2,79	2,51	24,3/-14,4	21,8/-23,0
Среднее									42,0	32,9

Это указывает на необходимость поиска связи между годовой суммой осадков ($H_{год}$) и средним числом дней с дождями (\bar{m}). В связи с этим, нами получена достаточно тесная связь между этими метеорологическими показателями (рис. 4).

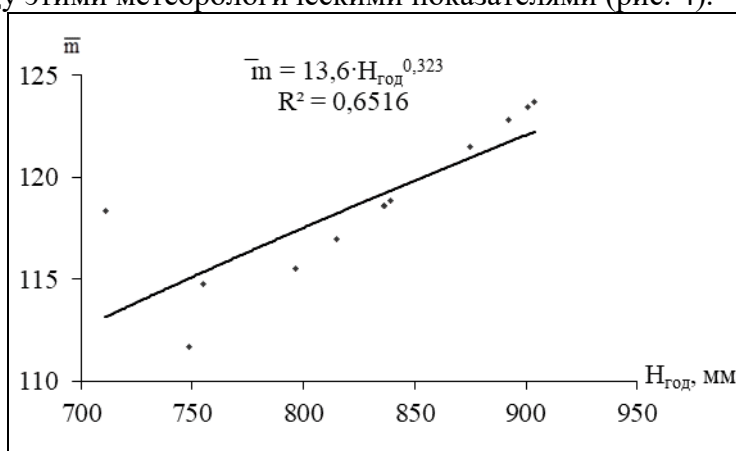


Рис. 4. График связи среднего числа дней с дождями в году (\bar{m}) с их годовой суммой ($H_{год}$) в Чирчик-Ахангаранском бассейне

Fig. 4. Graph of the relationship between the average number of days with rain per year ($H_{год}$) and their annual amount (\bar{m}) in the Chirchik-Akhangaran basin

Для графика связи, представленного на рис. 4, получена следующая показательная зависимость:

$$\bar{m} = 13,6 \cdot H_{год}^{0,323} \quad (9)$$

Теснота связи данной зависимости характеризуется коэффициентом корреляции, равным $r=0,807 \pm 0,065$.

Далее, нами рассчитаны значения повторяемости одного селя в году за 100 летний период. Результаты выполненных расчетов дали возможность получить связь между повторяемостью одного селя в году за 100-летний период ($P_{100}(1)$) и средним числом дождей в году (\bar{m}) (рис. 5).

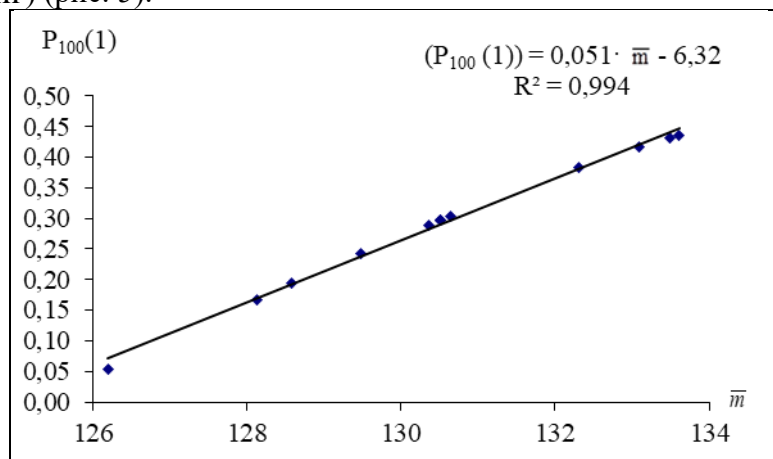


Рис. 5. График связи между средним числом дождей в году (\bar{m}) с повторяемостью селей ($P_{100}(1)$)

Fig. 5. Graph of the relationship between the average number of rains per year (\bar{m}) and the frequency of mudflows ($P_{100}(1)$)

Как и следовало ожидать, в силу дождевого генезиса селей, нами получена весьма тесная эмпирическая связь в следующем виде:

$$P_{100}(1) = 0,051 \cdot m - 6,32. \quad (10)$$

Коэффициент корреляции, характеризующий тесноту связи между этими двумя переменными равен $r=0,996 \pm 0,001$.

Результаты расчетов изменения повторяемости одного и более селей в году за 100-летний период (в %) для 13 рек приведены в таблице 3. Как показывают данные этой таблицы, в среднем, к 2030 году повторяемость селей увеличивается в 1,7, а к 2050 году в 1,6 раз по сравнению с БКП селеопасной ситуацией (табл. 3).

Таблица 3

Изменение повторяемости селей на малых реках и саях при возможных изменениях климата

Table 3

Changes in the frequency of mudflows on small rivers and sayas under possible climate changes

Малые реки и сая	Годовая сумма осадков, мм			Повторяемость селей, %			Изменение повторяемости селей по сравнению с БКП	
	БКП	2030 г.	2050 г.	БКП	2030 г.	2050 г.	2030 г.	2050 г.
Четыксай	901	1054	1036	44,9	67,1	64,6	1,49	1,44
Наугарзан-1	904	1058	1040	45,3	67,5	65,0	1,49	1,44
Наугарзан-2	892	1044	1026	43,5	65,7	63,2	1,51	1,45
Абджазсай	815	953	937	31,3	52,7	50,3	1,69	1,61
Шаугазсай	836	978	962	34,7	56,4	53,9	1,62	1,55
Янгикурган	875	1024	1006	40,8	62,8	60,3	1,54	1,48
Чимгансай	796	932	916	28,2	49,5	47,1	1,75	1,67
Гальвасай	755	883	868	21,3	42,1	39,8	1,98	1,87
Акташсай	839	982	965	35,2	56,9	54,4	1,61	1,55
Алтынбельсай	836	978	962	34,7	56,4	53,9	1,62	1,55
Наувалисай	833	975	958	34,2	55,8	53,4	1,63	1,56
Паркентсай	836	978	962	34,7	56,4	53,9	1,62	1,55
Каранкульсай	749	876	861	20,2	41,0	38,6	2,03	1,92
Среднее							1,66	1,59

Выводы. На основании оценок изменения климатических показателей – атмосферных осадков и температуры воздуха согласно климатическим сценариям выполнены расчеты максимальных расходов селевых паводков и их повторяемости:

- для Чирчик-Ахангаранского бассейна подобраны подходящие модели изменения климата и предложенные на их основе сценарии климатических изменений;

- выявлены эмпирические зависимости между максимальными расходами селевых паводков, их повторяемостью и климатическими показателями – атмосферными осадками и температурой воздуха;

- получены эмпирические выражения между максимальным модулем стока ($M_{1\%}$) и слоем дождя 1% обеспеченности ($H_{1\%}$), как линейном, так и криволинейном видах; коэффициент корреляции линейного уравнения равен $r=0,812 \pm 0,06$, а криволинейное соотношение - $\eta=0,922 \pm 0,0$;

- произведена статистическая оценка связи между средним числом дней с дождями (\bar{m}) и годовой суммой осадков ($H_{\text{год}}$), коэффициент корреляции равен $r=0,807 \pm 0,06$;

- связь между средним числом дождей в году (\bar{m}) с повторяемостью селей ($P_{100}(1)$) характеризуется коэффициентом корреляции равным $r=0,996 \pm 0,001$;

- показано повышение величины максимальных расходов селевых паводков на изученных реках к 2030 году, в среднем, на 42%, к 2050 году – 33%, а их повторяемость возрастут, соответственно, в 1,7 и 1,6 раз.

Вклад авторов. А.Я. Исакова: научная идея статьи, выбор объекта, сбор данных, их первичная обработка, анализ результатов. **Б.Ф. Хикматов:** поддержка идеи научной статьи, методологическое обеспечение, анализ результатов. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

- Вафин Р.Г.* Исследования твердого стока селевых паводков северной части Ферганской долины. Автореф. дис. ... канд.тех. наук. – Ташкент, 1978. – 23 с.
- Виноградов Ю.Б.* Вопросы гидрологии дождевых паводков на малых водосборах Средней Азии и Южного Казахстана // Тр. КазНИГМИ. – Алма-Ата, 1967. - Вып. 28. - 262 с.
- Второе Национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. – Ташкент: Изд-во Узгидромета, 2008. - 206 с.
- Денисов Ю.М.* О расчете максимальных расходов воды дождевых паводков // Тр. САНИИ. – Вып. 119 (200), 1986. – С. 23-43.
- Дергачёва И.Р.* Прорывоопасные озера Узбекистана: генезис, морфометрия и территориальное распространение. Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Ташкент, 2019. – 46 с.
- Исакова А.Я., Хикматов Ф.Х.* Ёмғир сувларидан ҳосил бўлган максимал сув сарфларини ҳисоблаш (Паркентсой ҳавзаси мисолида) // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги, №3. 2021. – Б. 56-64.
- Исмагилов Х.А.* Селевые потоки, русловые процессы, противоселевые и противопаводковые мероприятия в Средней Азии // Труды САНИИРИ. – Ташкент, 2006. – 264 с.
- Карпов П.М., Пушкаренко В.П., Умаров А.Ю., Ходжаев Ш.К.* Селевые явления в Узбекистане. – Ташкент: “Фан”, 1976. – 134 с.
- Кочерга Ф.К.* Селевые потоки и борьба с ними. – Ташкент, 1967. – 400 с.
- Машуков П.М.* Летописи селевых явлений, их составление и предварительное обобщение // Материалы V Всесоюз. совещ. по изучению селевых потоков. – Баку: Изд-во АН Азербайджан, 1962. – С. 25-27.
- Мустафакулов Т.М.* К вопросу о циклах селеобразования // ДАН УЗССР, №3. 1965. – С. 32-34.
- Мягков С.В.* Геоинформационная система «Сели и прорывоопасные озера» // Экологический вестник, - №6 (111). 2010. – С. 15-16.
- Ни В.А.* Формирования горных запруд и механизм их прорыва / Тез. док. XV Всесоюзной конференции по противоселевым мероприятиям. – М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1978. – Вып.1. – С. 129-132.
- Расулов А.Р., Савельев А.В., Трофимов Г.Н.* К оценке селеопасности низкогорной зоны Республики Узбекистан / Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. – Ташкент: «Университет», 2000. – С. 346-351.
- Салимова Б.Д.* Метод расчета максимальных расходов дождевых вод с малых водосборов. – Ташкент: НИГМИ, 2011. – 96 с.
- Салихова Д.Х.* Аэросиноптические условия формирования и прогноз паводков на горных реках (Ферганская долина, Кашкадарьинский бассейн). Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1975. – 18 с.
- Спекторман Т.Ю., Петрова Е.В.* Климатические сценарии для территории Узбекистана. Климатические сценарии, оценка воздействий изменения климата. Бюллетень №6. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – С. 14-21.
- Туляганов А.Х., Салимова Б.Д.* Автомобиль йўлларидаги сув ўтказувчи иншоотларни лойиҳалашда сув ва сел тошқинларининг тавсифларини ҳисоблаш. – Тошкент: “Иқтисод-молия”, 2016. – 155 б.
- Флейшман С.М.* Сели. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 312 с.
- Хикматов Ф.Х.* Водная эрозия и сток взвешенных наносов горных рек Средней Азии. – Ташкент: Изд-во “Фан ва технология”, 2011. – 250 с.
- Чуб В.Е., Трофимов Г.Н., Меркушкин А.С.* Селевые потоки Узбекистана. – Ташкент: Изд-во НИГМИ, 2007. – 109 с.

Чуб В.Е., Трофимов Г.Н. Оценка селеопасности территории Республики Узбекистан при различных сценариях изменения климата. Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Бюллетень №6. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – С. 66-70.

Шахидов А.Ф. Расчет максимальных расходов дождевых паводков. – Ташкент: Узгидромет, 1995. – 125 с.

Щеглова О.П. Генетический анализ и картографирование стока взвешенных наносов рек Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 127 с.

IPCC Special report on emissions scenarios (SRES): A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge: University Press, 2000. – 599 p.

ИҚЛИМ ИЛИШИ ШАРОИТИДА СЕЛ ОҚИМЛАРИ МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИ ВА ТАКРОРЛАНУВЧАНЛИГИНИНГ ЎЗГАРИШИНИ БАҲОЛАШ (ЧИРЧИҚ-ОҲАНГАРОН ҲАВЗАСИ КИЧИК ДАРЁЛАРИ МИСОЛИДА)

А.Я. ИСАКОВА¹, Б.Ф. ҲИКМАТОВ²

¹ Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, isakovaziza@mail.ru

² Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Фуқаро муҳофазаси институти, fvvfmi@umail.uz

Аннотация. Мақола сел оқимлари максимал сув сарфлари ва улар такрорланишининг мумкин бўлган миқдорий ўзгаришларини иқлим илиши шароитида баҳолашга бағишланган. Муаммо Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги пасттоғли кичик дарёлари мисолида тадқиқ этилди. Ўрганилаётган ҳавзада қутилаётган иқлим ўзгаришлари ЖМТ мутахассислари томонидан ишлаб чиқилган ва ГМИТИда Ўзбекистон шароитига мослаштирилган модель ва сценарийлар асосида баҳоланган. Сел оқимлари максимал сув сарфлари ва такрорланиши билан уларни белгиловчи иқлимий омиллар ўртасида эмпирик боғланишлар аниқланган. Ўрганилган дарёларда сел оқимлари максимал сув сарфларининг 2030 йилга бориб, ўртача 42% га, 2050 йилда эса 33% га ва уларнинг такрорланиши эса, мос равишда, 1,7 ва 1,6 марта ошиши кўрсатилган.

Калит сўзлар: сел тошиқинлари, ёмғир қатлами, ҳаво ҳарорати, максимал сув сарфи, максимал оқим модули, селларнинг такрорланиши, иқлим ўзгариши.

ASSESSMENT OF CHANGES IN MAXIMUM DISCHARGE AND FREQUENCY OF MUDFLOWS UNDER CONDITIONS OF CLIMATE WARMING (BASED ON THE EXAMPLE OF SMALL RIVERS OF THE CHIRCHIK-AKHANGARAN BASIN)

A.Ya. ISAKOVA¹, B.F. KHIKMATOV²

¹ National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, isakovaziza@mail.ru

² Institute of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, fvvfmi@umail.uz

Abstract. The work is devoted to the assessment of possible quantitative changes in the maximum flow rates of mudflows and their recurrence in conditions of climate warming. The problem was studied using the example of small low-mountain rivers of the Chirchik-Akhangaran basin. Expected climate changes in the study basin were assessed on the basis of models and scenarios developed by WMO specialists and adapted at the Hydrometeorological Research Institute of Uzhydromet to the conditions of Uzbekistan. Empirical relations have been identified between the maximum flow rates and frequency of mudflows and the climatic factors that determine them. An increase in the maximum flow rate of mudflow floods on the studied rivers is shown to increase by an average of 42% by 2030, 33% by 2050, and their frequency will increase, respectively, 1.7 and 1.6 times.

Keywords: mudflows, rain layer, air temperature, maximum flow rates, maximum runoff modulus, frequency of mudflows, climate change.

REFERENCES

- Vafin R.G.* Issledovaniya tverdogo stoka selevix pavodkov severnoy chasti Ferganskoy dolini [Studies of solid runoff from mudflows in the northern part of the Fergana Valle]. Avtoref. dis. ... kand.tex. nauk. – Tashkent, 1978. – 23 s. (in Russian)
- Vinogradov Yu.B.* Voprosi gidrologii dojdeyix pavodkov na malix vodosborax Sredney Azii i Yujnogo Kazaxstana [Issues of hydrology of rain floods in small watersheds of Central Asia and Southern Kazakhstan] // Tr. Kaznigmi. – Alma-ata, 1967. – Vip. 28. – 262 s. (in Russian)
- Vtoroye Natsionalnoye soobsheniye Respubliki Uzbekistan po Ramochnoy Konvensii OON ob izmenenii klimata [Second National Communication of the Republic of Uzbekistan under the UN Framework Convention on Climate Change]. – Tashkent: Izd-vo Uzgidrometa, 2008. – 206 s. (in Russian)
- Denisov Yu.M.* O raschete maksimalnix rasxodov vodi dojdeyix pavodkov [On the calculation of the maximum water flows of rain floods] // Tr. SANII. – Vip. 119 (200), 1986. – S. 23-43. (in Russian)
- Dergachyova I.R.* Prorivoopasnie ozera Uzbekistana: genesis, morfometriya i territorialnoye rasprostraneniye [Outburst-prone lakes of Uzbekistan: genesis, morphometry and territorial distribution] // Avtoref. diss. kand. geogr. nauk. – Tashkent, 2019. – 46 s. (in Russian)
- Isakova A.Ya., Hikmatov F.H.* Yomgir suvlaridan hosil bolgan maksimal suv sarflarini hisoblash (Parkentsoy havzasi misolida) [Calculation of maximum water consumption from rainwater (in the example of the Parkentsoy basin)] // Hidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi, №3. 2021. – B. 56-64. (in Uzbek)
- Ismagilov X.A.* Selevie potoki, ruslovie protsessi, protivoselevie i protivopavodkovie meropriyatiya v Sredney Azii [Mudflows, channel processes, anti-mudflow and flood control measures in Central Asia] // Trudi SANIIRI. – Tashkent, 2006. – 264 s. (in Russian)
- Karpov P.M., Pushkarenko V.P., Umarov A.Yu., Xodjajev Sh.K.* Selevie yavleniya v Uzbekistane [Mudflow phenomena in Uzbekistan]. – Tashkent: “Fan”, 1976. – 134 s. (in Russian)
- Kocherga F.K.* Selevie potoki i borba s nimi [Mudflows and combating them]. – Tashkent, 1967. – 400 s. (in Russian)
- Mashukov P.M.* Letopisi selevix yavleniy, ix sostavljeniye i predvaritelnoye obobsheniye [Chronicles of mudflow phenomena, their compilation and preliminary generalization] / Materiali V Vsesoz. sovesh. po izucheniyu selevix potokov. – Baku: Izd-vo AN Azerbaydjan, 1962. – S. 25-27. (in Russian)
- Mustafakulov T.M.* K voprosu o siklax selebrozovaniya [On the issue of mudflow cycles] // DAN UzSSR, №3. 1965. – S. 32-34. (in Russian)
- Myagkov S.V.* Geoinformatsionnaya sistema “Seli i prorivoopasnie ozera” [Geographic information system “Mudflows and outburst-hazardous lakes”] // Ekologicheskiy vestnik, №6 (111). 2010. – S. 15-16. (in Russian)
- Ni V.A.* Formirovaniya gornix zaprud i mexanizm ix proriva [Formation of mountain dams and the mechanism of their breakthrough] / Tez. dok. XV Vsesoyuznoy konferentsii po protivoselevim meropriyatiyam. – M.: SBNTI Minvodxoza SSSR, 1978. – Vip.1. – S. 129-132. (in Russian)
- Rasulov A.R., A.V.Savelev., G.N.Trofimov.* K otsenke seleopasnosti nizkogornoy zoni Respubliki Uzbekistan [To assess the mudflow hazard of the low-mountain zone of the Republic of Uzbekistan] / Vodnie resursi, problemi Arala i okrujayushaya sreda. – Tashkent: “Universitet”, 2000. – S. 346-351. (in Russian)
- Salimova B.D.* Metod rascheta maksimalnix rasxodov dojdeyix vod s malix vodosborov [Method for calculating the maximum flow of rainwater from small catchments]. – Tashkent: NIGMI, 2011. – 96 s. (in Russian)
- Salixova D.X.* Aerosinopticheskiye usloviya formirovaniya i prognoz pavodkov na gornix rekax (Ferganskaya dolina, Kashkadarinskiy basseyn) [Aerosynoptic conditions for the formation and forecast of floods on mountain rivers (Fergana Valley, Kashkadarya basin)]. Avtoref. dis. ... kand. geog. nauk. – Tashkent, 1975. – 18 s. (in Russian)
- Spektorman T.Yu., Petrova Ye.V.* Klimaticheskiye ssenarii dlya territorii Uzbekistana [Climate scenarios for the territory of Uzbekistan]. Klimaticheskiye ssenarii, otsenka vozdeystviy izmeneniya klimata. Byulleten №6. – Tashkent: NIGMI, 2007. – S. 14-21. (in Russian)

Tulyaganov A.X., Salimova B.D. Avtomobil yollaridagi suv otkazuvchi inshootlarni loyihalashda suv va sel toshqinlarining tavsiflarini hisoblash [Calculation of characteristics of water and flood in the design of drainage structures on highways]. – Toshkent: “Iqtisod-moliya”, 2016. – 155 b. (in Uzbek)

Fleyshman S.M. Seli [Mudflows]. – L.: Gidrometeoizdat, 1978. – 312 s. (in Russian)

Xikmatov F.X. Vodnaya eroziya i stok vzveshennix nanosov gornix rek Sredney Azii [Water erosion and runoff of suspended sediment in mountain rivers in Central Asia]. – Tashkent: Izd-vo “Fan va texnologiya”, 2011. – 250 s. (in Russian)

Chub V.Ye., Trofimov G.N., Merkushkin A.S. Selevie potoki Uzbekistana [Mudflows of Uzbekistan]. – Tashkent: Izd-vo NIGMI, 2007. – 109 s. (in Russian)

Chub V.Ye., Trofimov G.N. Otsenka seleopasnosti territorii Respubliki Uzbekistan pri razlichnix ssenariyax izmeneniya klimata [Assessment of mudflow hazard in the territory of the Republic of Uzbekistan under various climate change scenarios]. Informatsiya ob ispolnenii Uzbekistanom svoix obyazatelstv po Ramochnoy Konvensii OON ob izmenenii klimata. Byulleten №6. – Tashkent: NIGMI, 2007. – S. 66-70. (in Russian)

Shaxidov A.F. Raschet maksimalnix rasxodov dojdevix pavodkov [Calculation of maximum flow rates of rain floods]. – Tashkent: Uzgidromet, 1995. – 125 s. (in Russian)

Sheglova O.P. Geneticheskiy analiz i kartografirovaniye stoka vzveshennix nanosov rek Sredney Azii [Genetic analysis and mapping of suspended sediment flow in rivers of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 127 s. (in Russian)

**АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ /
МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ /
ENVIRONMENTAL MONITORING**

УДК 556.552

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЗОНЕ ВПАДЕНИЯ РЕКИ КЛЫ И КОЛЛЕКТОРА АКБУЛАК В АКВАТОРИЮ ОЗЕРА ТУЗКАН АЙДАР-АРНАСАЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР**Т.В. КУДЫШКИН¹, Н.Г. ВЕРЕЩАГИНА^{1*}, А.М. МУХАМЕТЗЯНОВА¹**¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, malbinam30@gmail.com

Аннотация. В статье приведены данные по анализу донных отложений в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак в озеро Тузкан на содержание биогенных элементов, тяжелых металлов, хлорорганических соединений. Выявлено, что максимальные концентрации характерны для железа, алюминия, марганца, меди, магния. Проведенный анализ донных отложений на содержание пестицидов показал, что во всех пробах присутствуют изомеры гексахлорциклогексана, эндосульфат сульфат, а также гептахлороксид. Проведенные работы впервые позволили охарактеризовать загрязнение донных отложений в этой части Айдар-Арнасайской системы озер.

Ключевые слова: Айдар-Арнасайская система озер, озеро Тузкан, мониторинг, донные отложения, биогенные элементы, тяжелые металлы, пестициды.

Введение. Орошаемое земледелие один из старейших и наиболее масштабных факторов антропогенного воздействия на окружающую среду. Сложившаяся практика отведения коллекторно-дренажных вод за пределы оросительных систем в замкнутые, бессточные понижения рельефа приводит к образованию водоемов-накопителей, значительных по площади зеркала и объемам аккумулируемой минерализованной воды. Эти водоемы служат накопителями минеральных солей, удобрений, пестицидов, что неблагоприятно сказывается на состоянии природной среды. Многие из этих водоемов используются в народном хозяйстве, что выдвигает необходимость оценки их экологического состояния с точки зрения безопасности для здоровья человека.

При оценке экологического состояния водного объекта актуальным является изучение донных отложений. Следует отметить, что если уровень загрязнения воды может быстро изменяться в зависимости от антропогенной нагрузки и гидрологических процессов, то донные отложения являются более инертными по своим характеристикам, являясь депонирующей средой, они удерживают на длительный срок загрязняющие вещества и выступают в роли индикатора техногенного загрязнения. Процесс накопления в водоемах поступающих взвешенных наносов и растворенных элементов наиболее четко проявляется в формировании донных отложений. Реакции, которые происходят в донных отложениях и придонном слое воды приводят к изменению качественного и количественного состава воды.

Донные осадки формируются в результате оседания на дно водоема твердых частиц разного генезиса. В процессе седиментации эти частицы подвергаются сложному воздействию физических, химических и биологических факторов. Основная роль донных отложений в экосистеме водоема отводится к изъятию вещества из воды вследствие его

* Ответственный автор: malbinam30@gmail.com, тел.: +998 71 235-84-68

седиментации и возврату определенной части этого вещества в водоем в минеральных формах. Благодаря своей поглощающей способности они играют значительную роль в процессах самоочищения водоема. Однако они могут вызывать вторичное загрязнение водной среды. Этому способствуют разнообразные процессы, происходящие в водном объекте.

Важными приоритетными загрязнителями водной среды являются тяжелые металлы, которые не подвергаются процессам разложения, а перераспределяясь между отдельными компонентами водной экосистемы, аккумулируются в донных отложениях. Контроль за содержанием тяжелых металлов в компонентах водных экосистем, особенно в донных отложениях, важная и необходимая задача при оценке экологического состояния водоема.

Также пристального внимания при контроле водных экосистем, особенно в зонах орошаемого земледелия, заслуживают стойкие органические пестициды, подлежащие обязательному контролю в водоемах рыбохозяйственного назначения.

Значительная часть стойких органических соединений смывается с сельскохозяйственных полей в коллекторно-дренажный сток и выносится в принимающий водоем. В нашем случае это озеро Тузкан Айдар-Арнасайской системы озер.

Изучение состава донных отложений в последние годы стало важным звеном в оценке экологического состояния водных объектов, поскольку они несут информацию об их загрязнении вследствие хозяйственной деятельности на водосборной территории и наиболее адекватно отражают современное состояние водного объекта.

Целью исследования является оценка качества донных отложений по содержанию биогенных, тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является акватория озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак. **Предметом** исследования является изучение качественного состава донных отложений экосистемы озера Тузкан.

Материалы и методы исследования. Айдар-Арнасайская система озер относится к водоемам рыбохозяйственного значения, к тому же в настоящее время используется и в рекреационных целях. Поэтому экологический контроль состояния водных объектов рыбохозяйственного назначения является важной и актуальной задачей.

В результате рекогносцировочного обследования было определено четыре створа, радиально расходящихся от зоны смешения вод реки Клы и коллектора Акбулак в акваторию озера Тузкан. Также были определены координаты точек наблюдения (рис. 1) [Отчет ..., 2019].

В этих точках проводились гидрологические и гидрохимические наблюдения, был проведен отбор проб воды и донных отложений.

Начальной точкой каждого створа служила точка № 3, расположенная в зоне смешения вод коллектора Акбулак, реки Клы и озерных вод. Максимальные глубины определены на первом створе в точке 8 – 6,4 м, на втором створе в точке 10 – 13,6 м, на третьем створе в точке 17 – 11,2 м, на четвертом створе в точке 21 – 10,0 м.

Донные отложения для проведения химического анализа отбирались дночерпателем ДЧ-0.25, представляющим собой два соединенных шарнирно полых сегмента. Пробы донных отложений помещались в целлофановые пакеты и в лаборатории проводили их подготовку и анализ в соответствии с нормативными документами [Манихин, Никоноров, 2001].

Результаты и их обсуждение. Возрастающая активность производственной деятельности человека неизбежно приводит к повышению содержания тяжелых металлов в поверхностных водах. Попадая в водную среду и накапливаясь в различных звеньях трофической цепи, тяжелые металлы могут нарушать нормальное функционирование пресноводных экосистем. Токсичность и биологическая доступность тяжелых металлов

зависит от форм их нахождения в поверхностных водах. В настоящее время доказано, что свободные ионные формы тяжелых металлов (меди, кадмия, свинца и цинка) являются наиболее токсичными для фитопланктона и других водных организмов.



Рис. 1. Расположение створов и пунктов наблюдений на оз. Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак

Fig. 1. The location of the stocks and observation points on the Tuzkan Lake in the area of the confluence of the Kly River and the Akbulak collector

Однако в водных объектах проходят процессы, способствующие уменьшению токсичных свойств ионов тяжелых металлов. Это свойство относят за счет комплексообразования тяжелых металлов с неорганическими и органическими лигандами, присутствующими в водах. Значительную роль в этих процессах играют гумусовые вещества – гуминовые кислоты и фульвокислоты, способствуя процессам самоочистки вод.

Токсичность металлов определяется рядом факторов: концентрацией и продолжительностью действия, температурой среды, содержанием в воде кислорода, освещенностью, рН, наличием комплексообразователей, жесткостью, синергизмом.

Основная часть металлов в водоемах находится в различных осадках и связанных формах. Поступающие в воду металлы быстро переходят в слабо растворимые гидроксиды, карбонаты, сульфиды или фосфаты. На степень связывания металлов сильно влияет рН. При снижении рН, недостатке кислорода, в присутствии хелатообразователей происходит переход металлов из грунта в воду.

Важная роль в накоплении донными отложениями металлов принадлежит содержанию органического вещества и концентрации основных сорбентов, таких как оксиды железа, алюминия и марганца [Нахшина, Белоконь, 1991]. В содержании металлов-сорбентов (Mn, Fe, Al) установлены наиболее высокие средние концентрации для донных отложений.

По убыванию токсичности для гидробионтов металлы располагаются в следующей последовательности: Hg > Cd = Cu > Zn > Pb > Co > Cr > As > Mn = Fe > Sn. Эта последовательность условна, так как различна чувствительность организмов, и токсичность зависит от условий среды.

Поэтому, определение содержания металлов в воде и донных отложениях имеет большое значение для оценки экологического состояния водной экосистемы, особенно

для процессов вторичного загрязнения воды – перехода токсикантов из донных отложений в водные массы.

Для рыбохозяйственных водоемов наибольший интерес представляют те элементы, которые широко и в значительных количествах используются в производственной деятельности и в результате их значительного накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. К ним относятся **свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, марганец, хром, молибден и мышьяк.**

Известно, что наиболее значимыми для жизнедеятельности водных организмов являются: **цинк**, входящий в состав фермента карбоксиангидразы, **железо**, входящее в состав гемоглобина, **медь**, входящая в состав гемоцианина, **никель**, влияющий на рост и размножение организмов, т.е. металлы, оксиды и гидроксиды которых прекрасные адсорбенты тяжелых металлов, поведение которых зависит от физико-химических условий окружающей среды. Повышенные концентрации металлов, связанных с аморфными оксидами и гидроксидами железа и марганца биологически наиболее токсичны.

Нами были проанализированы отобранные пробы донных отложений для определения уровня накопления тяжелых металлов. Определялись те металлы, контроль которых осуществлялся в водных массах акватории озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак [Верещагина и др., 2022].

Полученные результаты содержания тяжелых металлов в донных отложениях представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак

Table 1

The content of heavy metals in the bottom sediments of the Tuzkan Lake in the area of the confluence of the Kly River and the Akbulak collector

Определяемый элемент	Найдено в образцах, мг/кг					
	проба 1	проба 2	проба 3	проба 10	проба 12	проба 13
Свинец	13,0	19,0	22,0	15,0	9,2	11,0
Ртуть	0,016	0,018	0,012	0,022	0,011	0,015
Кадмий	2,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3
Цинк	70,0	80,0	80,0	61,0	40,0	66,0
Кобальт	6,9	13,0	11,0	12,0	8,8	6,2
Никель	41,0	49,0	50,0	44,0	41,0	33,0
Медь	95,0	130,0	41,0	26,0	14,0	15,0
Железо	12000,0	20000,0	15000,0	11000,0	16000,0	11000,0
Ванадий	70,0	87,0	65,0	71,0	84,0	50,0
Марганец	280,0	650,0	770,0	540,00	450,0	330,0
Хром	160,0	170,0	110,0	120,00	250,0	140,0
Молибден	8,5	27,0	6,5	5,1	5,2	4,8
Мышьяк	41,0	40,0	30,0	43,0	55,0	25,0
Селен	9,7	11,0	9,9	9,50	7,5	9,5
Алюминий	8200,0	14000,0	15000,0	1300,0	8400,0	7200,0
Титан	310,0	430,0	410,0	310,0	340,0	300,0
Стронций	310,0	600,0	850,0	1100,0	700,0	180,0

Также были проанализированы отобранные образцы донных отложений на содержание биогенных элементов, количественные характеристики которых важно

учитывать при рассмотрении процессов вторичного загрязнения воды. Полученные результаты содержания биогенных элементов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание биогенных элементов в донных отложениях озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак

Table 2

The content of biogenic elements in the bottom sediments of Tuzkan Lake in the area of the confluence of the Kly River and the Akbulak collector

Определяемый элемент	Найдено в образцах, мг/кг					
	проба 1	проба 2	проба 3	проба 10	проба 12	проба 13
Натрий	8500,0	6400,0	6000,0	5600,0	3900,0	8000,0
Магний	9100,0	19000,0	30000,0	25000,0	17000,0	19700,0
Кремний	720,0	630,0	280,0	490,0	650,0	710,0
Фосфор	230,0	380,0	250,0	350,0	200,0	160,0
Сера	480,0	580,0	670,0	530,0	480,0	430,0
Калий	1900,0	2800,0	3200,0	2000,0	1500,0	1200,0
Кальций	18000,0	36000,0	18000,0	28000,0	42000,0	12000,0

По результатам проведенных исследований выявлено, что максимальные концентрации характерны для таких элементов как железо (12-20 г/кг), алюминий (7-5 г/кг), марганец (280-770 мг/кг), медь (14-40 мг/кг). Характерно, что максимальные количества меди присутствуют в донных отложениях реки Клы (95,0 мг/кг) и коллектора Акбулак (130,0 мг/кг) в устье. Хром присутствует в донных отложениях по акватории озера Тузкан в интервале 110-170 мг/кг; максимальные количества зафиксированы в точке 12 (250 мг/кг) (табл. 2).

Полученные результаты по оценке содержания биогенных элементов в донных отложениях показывают, что максимальное количество характерно для магния (17-30 г/кг), минимальное его количество зафиксировано в устье реки Клы (9,1 г/кг).

Для кальция наблюдаются высокие концентрации в точке 12 (42 г/кг) и в устье коллектора Акбулак (36 г/кг). Содержание калия колеблется от 1,5 до 2,0 г/кг в акватории озера, в зоне смешения коллекторных вод с озерными в устье Акбулака определено 2,8 г/кг, в устье реки Клы – 1,9 г/кг (табл. 2).

На данном этапе исследований нами были определены валовые содержания металлов, что дает информацию о запасе того или иного металла в донных отложениях и предположительно о степени антропогенного воздействия на водную систему. Однако, для понимания внутриводоемных процессов необходимо знать возможность и пути возвращения металлов в круговорот. Если с положительными свойствами донных отложений связана самоочищающая способность водной среды, то с мобильностью металлов – потенциальная угроза вторичного загрязнения водной толщи и возможность ухудшения качества водных ресурсов.

В ирригационно-сбросовых водоемах, образованных за счет поступления вод коллекторно-дренажного стока происходит аккумуляция не только солей тяжелых металлов, но и ядохимикатов, выносимых с полей. Наиболее стойкие из них, накапливаясь в донных отложениях и трофических цепях, попадают в организм человека с рыбой и птицей.

Наибольшие проблемы создают пестициды, выделенные в группу стойких органических загрязнителей (СОЗ). Пестицидные препараты, относящиеся к этой группе, обладают высокой токсичностью, устойчивы к разрушению в естественных условиях, плохо растворимы в воде, проявляют биокумулятивные свойства, мобильность в пищевых

звеньях и выраженную способность накапливаться в жировых тканях [Мельников и др., 1985].

Среди стойких органических загрязнителей особого внимания заслуживают пестициды класса хлорорганических соединений (ХОС). Отличительной особенностью большинства ХОС является устойчивость к воздействию температуры, инсоляции, влаги и других факторов внешней среды. К препаратам этой группы относятся **альдрин, дильдрин, эндрин, мирекс, хлордан, гептахлор, гексахлорбензол, ДДТ, токсафен**. ХОС обладают выраженной способностью к кумуляции. Они накапливаются, в первую очередь, в органах и тканях живых организмов, богатых липидами.

Анализ донных отложений на содержание ХОС проводили высокоэффективным методом на газовом хроматографе Agilent Technology 6890 с детектором электронного захвата (ДЭЗ), обладающим высокой чувствительностью по отношению к хлор- и фосфорорганическим пестицидам.

Пробы донных отложений отбирались согласно выбранным створам и точкам наблюдений и отбора проб в акватории озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак (рис. 1).

Полученные результаты содержания пестицидов в донных отложениях представлены в таблице 3.

Данные показали, что во всех пробах присутствуют пестициды, представленные различными формами ГХЦГ (гексахлорциклогексана), а также гептахлор оксид, п,п – ДДЕ, эндосульфат сульфат. Максимальное количество пестицидов присутствует в пробе донных отложений в точке 10, которая характеризует устоявшуюся структуру донных отложений старой дельты озера Тузкан (1969-1992 гг.) с более продолжительным накоплением загрязняющих веществ.

Таблица 3

Содержание пестицидов в донных отложениях озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак

Table 3

The content of pesticides in the sediments of Tuzkan Lake in the area of the confluence of the Kly River and the Akbulak collector

Пестицид	Найдено в образцах, мг/кг				
	проба 1	проба 2	проба 3	проба 10	проба 17
α - ГХЦГ	0,31656	-	0,08511	0,10423	0,02134
γ - ГХЦГ	0,01357	0,99644	0,06577	0,10436	0,05374
β - ГХЦГ	0,03997	0,07874	0,16625	0,11612	0,06845
Гептахлор	-	0,04553	-	0,76333	-
δ - ГХЦГ	0,01877	0,02832	0,06733	0,13547	0,03569
Альдрин	-	0,00427	-	0,0312	0,04200
Гептахлор эпоксид	0,01764	0,14468	0,02162	0,83565	-
Дильдрин	-	-	-	0,00572	-
Эндосульфат I	-	-	-	0,21618	-
п,п – ДДЕ	0,02326	0,07299	0,03572	0,00123	-
Эндрин	-	-	0,04974	0,34424	-
п,п – ДДД	-	-	0,17733	0,00394	-
Эндосульфат II	-	0,19937	-	0,05712	-
п,п – ДДТ	-	-	-	0,06484	-
Эндрин альдегид	-	-	-	0,02733	-
Эндосульфат сульфат	-	0,13272	-	0,00433	0,05376
Метоксихлор	0,35544	0,19986	0,04483	0,01766	0,03872

Примечание: - не обнаружено.

Note: - not detected.

Заключение. Для более полной оценки экологического состояния акватории озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак была проведена оценка качества донных отложений, отобранных по тем же точкам, что и вода [Верещагина и др., 2022]. Известно, что донные отложения являются более стабильными компонентами в отличие от такой динамичной среды, как водные массы, концентрируя основную часть загрязняющих веществ водной экосистемы.

В отобранных пробах донных отложений определяли содержание тяжёлых металлов, биогенных элементов и пестицидов.

По результатам проведенных исследований выявлено, что максимальные концентрации характерны для таких элементов как железо, алюминий, марганец, медь. Отмечено, что максимальные количества меди присутствуют в донных отложениях реки Клы и коллектора Акбулак в устье.

Была проведена оценка уровня содержания биогенных элементов в донных отложениях на исследуемой территории. Максимальное количество характерно для магния, минимальное его количество зафиксировано в устье реки Клы.

Проведенные исследования по оценке содержания в донных отложениях пестицидов показали, что во всех пробах отмечается их присутствие. Максимальные их количества характерны для проб, отобранных в точке 10, которая характеризует донные отложения старой дельты озера Тузкан.

Вклад авторов. **Н.Г. Верещагина:** проведение химического анализа проб донных отложений, анализ результатов, написание текста, руководство. **Т.В. Кудышкин:** экспедиционные работы, отбор проб, обработка и анализ результатов, написание текста. **А.М. Мухаметзянова:** подготовка проб к анализу, проведение анализов, оформление статьи. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Верещагина Н.Г., Кудышкин Т.В., Мухаметзянова А.М. Оценка качества водных масс озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды, №1. 2022. – С. 83-93.

Манихин В.И., Никоноров А.М. Растения и подвижные формы металлов в донных отложениях пресноводных экосистем. – С-Пб: Гидрометеоздат, 2001. – 182 с.

Мельников Н.Н., Белан С.Р., Новожилов К.В., Пиловано Т.М. Справочник по пестицидам. – М.: Химия, 1985. – 352 с.

Нахшина Е.П., Белоконь В.Н. Распределение тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра // Водные ресурсы, № 5. 1991. – С. 86-93.

Отчет по гранту ПЗ-20170929339 «Исследование и прогноз количественных и качественных характеристик компонентов экосистемы ААСО. Прогноз минерализации ААСО для ведения рыбохозяйственной деятельности». НИГМИ, 2019. – 60 с.

ҚЛИ ДАРЁСИ ВА ОҚБУЛОҚ КОЛЛЕКТОРИНИНГ АЙДАР-АРНАСОЙ КЎЛЛАР ТИЗИМИ ТУЗКОН КЎЛИ АКВАТОРИЯСИГА ҚУЙИЛАДИГАН ХУДУДИДАГИ ДАРЁ ЧЎКИНДИЛАРИДА ИФЛОСЛАНТИРУВЧИ МОДДАЛАР МИҚДОРНИ ЎРГАНИШ

Т.В. КУДИШКИН¹, Н.Г. ВЕРЕШАГИНА¹, А.М. МУХАМЕТЗЯНОВА¹

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, malbinam30@gmail.com

Аннотация. Мақолада Қли дарёси ва Оқбулоқ коллекторининг Тузкон кўлига қўйиладиган ҳудуддаги дарё чўкиндилари таркибидаги биоген элементлар, оғир металллар ва хлорорганик бирикмалар миқдори бўйича таҳлил натижалари маълумотлари келтирилган. Натижаларга кўра, максимал концентрациялар темир, алюминий, марганец, мис ва магний учун хослиги аниқланган. Дарё чўкиндилари таркибидаги пестицидлар миқдорини аниқлаш бўйича таҳлиллар барча намуналарда гексахлороциклогексан изомерлари, эндосульфат сульфат ва гептахлороксид мавжудлигини кўрсатди. Олиб борилган ишлар Айдар-Арнасой кўллари тизимининг ушбу қисмида дарё чўкиндиларининг ифлосланишини биринчи марта тавсифлаш имконини берди.

Калит сўзлар: Айдар-Арнасой кўллари тизими, Тузкон кўли, мониторинг, дарё чўкиндилари, биоген элементлар, оғир металллар, пестицидлар.

RESEARCH OF THE CONTENT OF POLLUTANTS IN BOTTOM SEDIMENTS IN THE AREA OF THE INFLOW OF THE KLY RIVER AND THE AKBULAK COLLECTOR INTO THE WATER AREA OF THE TUZKAN LAKE OF THE AIDAR-ARNASAY LAKES SYSTEM

T.V. KUDYSHKIN¹, N.G. VERESHAGINA^{1*}, A.M. MUKHAMETZYANOVA¹

¹ Hydrometeorological Research Institute, malbinam30@gmail.com

Abstract. *The article presents data on the analysis of bottom sediments in the area of the confluence of the Kly River and the Akbulak collector into Tuzkan Lake for the content of biogenic elements, heavy metals, organochlorine compounds. It was revealed that the maximum concentrations are typical for iron, aluminum, manganese, copper, and magnesium. The analysis of bottom sediments for the content of pesticides showed that all samples contain hexachlorocyclohexane isomers, endosulfan sulfate, and heptachloroxide. The work carried out made it possible for the first time to characterize the pollution of bottom sediments in this part of the Aidar-Arnasay lakes system.*

Keywords: *Aidar-Arnasay lakes system, Tuzkan Lake, monitoring, bottom sediments, biogenic elements, heavy metals, pesticides.*

REFERENCES

Vereshchagina N.G., Kudyshkin T.V., Mukhametzyanova A.M. Otsenka kachestva vodnykh mass ozera Tuzkan v zone vpadeniya reki Kly i kollektora Akbulak [Assessment of the quality of water masses of Tuzkan Lake in the confluence zone of the Kly River and the Akbulak collector] // *Gidrometeorologiya i monitoring okruzhayushchey sredy*, No.1. 2022. – S. 83-93. (in Russian)

Manikhin V.I., Nikonorov A.M. Rasteniya i podvizhnyye formy metallov v donnykh otlozheniyakh presnovodnykh ekosistem [Plants and mobile forms of metals in bottom sediments of freshwater ecosystems]. – S-Pb.: Gidrometeoizdat, 2001. – 182 s. (in Russian)

Melnikov N.N., Belan S.R., Novozhilov K.V., Pilovano T.M. Spravochnik po pestitsidam [Pesticide Handbook]. – M.: Khimiya, 1985. – 352 s. (in Russian)

Nakhshina Ye.P., Belokon V.N. Raspredeleniye tyazhelykh metallov v donnykh otlozheniyakh vodokhranilishch Dnepra [Distribution of heavy metals in bottom sediments of Dnieper reservoirs] // *Vodnyye resursy*. No. 5. 1991. – S. 86-93. (in Russian)

Otchet po grantu PZ-20170929339 «Issledovaniye i prognoz kolichestvennykh i kachestvennykh kharakteristik komponentov ekosistemy AASO. Prognoz mineralizatsii AASO dlya vedeniya rybokhozyaystvennoy deyatelnosti» [Research and forecast of quantitative and qualitative characteristics of the components of the AALS ecosystem. Forecast of AALS mineralization for fishing activities]. NIGMI, 2019. – 60 s. (in Russian)

УДК 551.515.3+519.256

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЯВЛЕНИЯ ПЫЛЬНАЯ БУРЯ В
ГОРОДЕ ТАШКЕНТ ЗА 1981-2021 ГОДЫ****Б.Э. НИШОНОВ^{1*}, Л.Ю. ШАРДАКОВА¹, А.Р. АХМЕДОВА², Н.И. РАХМАТОВА¹**

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

² Агенство гидрометеорологической службы, a-b-r@bk.ru

Аннотация: Проблемы, связанные с запыленностью атмосферного воздуха, являются актуальными для жителей города Ташкент. В статье на основании данных наземных наблюдений за период 1981-2021 гг. проанализированы статистические характеристики пыльных бурь, зафиксированных на метеостанции Ташкент-Обсерватория. Выявлены статистические характеристики и особенности временного распределения пыльных бурь для исследуемого периода: за 1981-2021 гг. в г. Ташкент зарегистрировано 125 дня с пыльными бурями, из них в 1981-1990 гг. - 53 дня, в 1991-2000 гг. - 16 дней, в 2001-2010 гг. - 19 дней, в 2011-2020 гг. - 16 дней, в 2021 году - 5 дней; в последние 30 лет суммарное число дней с пыльными бурями по десятилетним периодам снизилось более чем в 2 раза по сравнению с 1981-1990 гг.; преобладают пыльные бури длительностью не более одного часа; пыльные бури чаще всего возникают при ветрах западного направления со скоростью 2-5 м/с.

Ключевые слова: пыльные бури, базы данных, повторяемость, годовой ход, число дней с пыльными бурями, суточный ход, продолжительность, город Ташкент.

Введение. Загрязнение воздуха является серьезной экологической проблемой и относится к одному из самых значительных рисков для здоровья жителей г. Ташкент. Качество жизнедеятельного слоя воздуха зависит не только от выбросов загрязняющих веществ антропогенного происхождения, но и от рассеяния естественной пыли, которое определяется многими природными факторами, в том числе процессами трансформации пылевого материала над пустынями и его переносом пыльными бурями и поземками.

Под пыльной бурей (ПБ) принято понимать перенос сильным ветром больших количеств пыли и песка в пограничном слое атмосферы, приводящий к значительному ухудшению видимости. Следует отличать пыльную бурю от явления пыльной мглы. Пыльная мгла — это атмосферное явление, которое характеризуется повышением мутности воздуха, связанным с большим содержанием в нем твердых аэрозолей, как правило, частиц пыли или песка. Видимость при пыльной мгле может снижаться до 1 км и менее, однако скорости ветра намного ниже, чем при пыльной буре. Часто это явление наблюдается как следствие пыльной бури, но иногда может служить ее предвестником.

В данной статье рассматриваются только события пыльных бурь. Это явление типично для территории Узбекистана, но в Ташкентской области и городе Ташкент наблюдается не слишком часто, так как здесь мало незакрепленной подстилающей поверхности и преобладают не местные, а адвективные пыльные бури.

Из литературных источников известно, что в период 1951-1955 гг. [Романов, 1960] суммарное число дней с пыльными бурями $n_{1951-1955}$ составляло 34 дня, среднее число дней за год $n_{cp/год} - 7$, максимальное $n_{max/год} - 11$, $n_{min/год} - 2$. В 1960-1979 гг. максимум активности наблюдался в 1967 г., когда было отмечено 15 дней с пыльными бурями [Айзенштат, 1982], $n_{cp/год}$ равнялось 6,7 дней [Леухина и др., 1996], самая длительная и интенсивная пыльная буря наблюдалась 10 сентября 1971 года [Джорджио др., 1973; Чанышева, Смирнова, 2011]. В 1980-е годы

* Ответственный автор: bnishonov@mail.ru, тел.: +998 99 197-03-95

$n_{cp/год}$ составило 6 дней [Чанышева, Смирнова, 2011]. В вышеуказанных работах приводятся общие характеристики пыльных бурь, однако детального описания явления и его особенностей в последние годы не проводилось. Данная статья позволит восполнить этот пробел.

Цель данной работы - анализ динамики пыльных бурь, наблюдаемых на метеорологической станции Ташкент-Обсерватория за 1981-2021 гг.

Объектом исследования являются пыльные бури на территории г. Ташкент, **предметом исследования** – динамика основных характеристик пыльных бурь.

Исходные данные и методы исследования.

В работе использованы данные наземных наблюдений метеорологической станции Ташкент-Обсерватория за период 1981-2021 гг. Для оценки современного состояния явления «пыльные бури» на территории Узбекистана в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте (НИГМИ) разработана специализированная база данных (БД). [Шардакова и др., 2023]. Информационной основой БД являются метеорологические таблицы «ТМ-1», в которых содержатся результаты срочных наблюдений на метеостанциях Узгидромета. Структура основной таблицы БД включает время начала и окончания ПБ, характеристику интенсивности явления и дополнительную метеорологическую информацию для каждого события – показатели скорости и направления ветра, облачности, видимости.

Методом исследования является статистический анализ основных характеристик – числа дней с ПБ, длительности явлений, скорости и направления ветра.

Основные результаты и их обсуждение. Анализ данных по десятилетиям показывает снижение частоты появления пыльных бурь. В последние 30 лет суммарное число дней с ПБ ($n_{за\ период}$), сократилось более чем в 2 раза по сравнению с предыдущими периодами (рис. 1), среднее число дней за год ($n_{cp/год}$) – более чем в 2,5 раза. Так за 1981-1990 гг. в Ташкенте было зарегистрировано 53 дня с пыльными бурями, а в 1991-2000 гг. – 16 дней, в 2001-2010 гг. – 19 дней, в 2011-2020 гг. - 16 дней, в 2021 году – 5 дней.

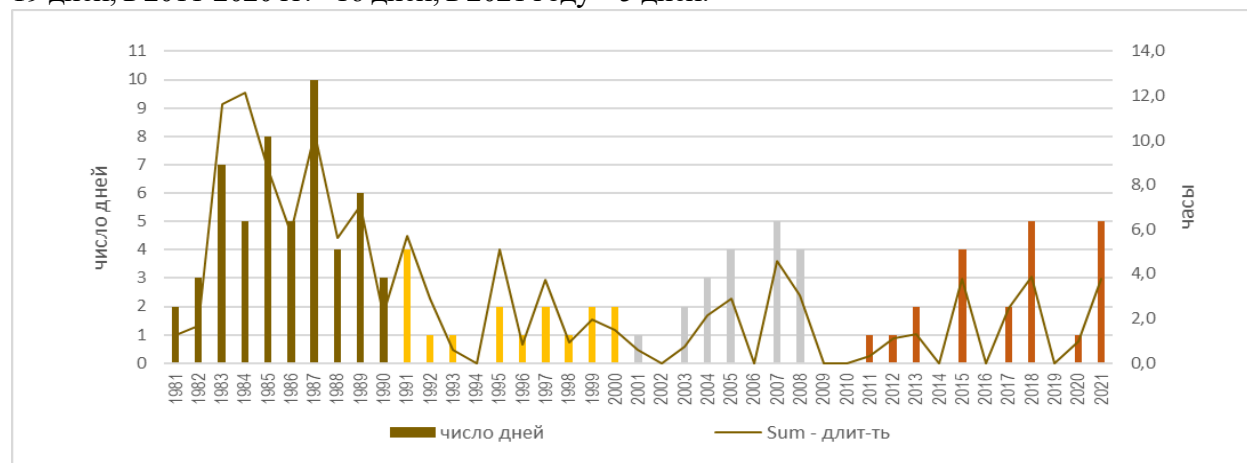


рис. 1. динамика суммарного числа дней и длительности ПБ по годам за период 1981-2021 гг. в г. Ташкент

Fig. 1. Dynamics of the total number of days and duration of DS by year for the period 1981-2021 in Tashkent city

В табл. 1 приведены показатели числа дней с ПБ и характеристики длительности явления для рассматриваемых периодов.

Максимальное количество дней с ПБ за год ($n_{max/год}$ – 10 дней) было зафиксировано в 1987 г., в последующие десятилетия оно не превышало 5 дней/год.

В двух последних десятилетиях возросло количество лет, в течение которых явление ПБ в Ташкенте не наблюдалось: в период 2001-2010 гг. отмечено таких 4 года (2002, 2006, 2009, 2010 гг.); в 2011-2020 гг. – 3 года (2014, 2016, 2019 гг.)

Таблица 1

Основные характеристики числа дней с пыльной бурей и длительности явления в г. Ташкент

Table 1

Main characteristics of the number of days with a dust storm and the phenomenon duration in Tashkent city

	1981-1990 гг.	1991-2000 гг.	2001-2010 гг.	2011-2020 гг.	2021 г.
<i>Суммарное число дней</i>					
$n_{\text{за период}}$	52	16	19	16	5
$n_{\text{ср/год}}$	5,3	1,6	1,9	1,6	-
$n_{\text{мах/год}}$	10 1987 г.	4 1991 г.	5 2007 г.	5 2018 г.	-
$n_{\text{мин}}$	2 1981 г.	1 1994 г.	н/я 2002, 2006, 2009, 2010 гг.	н/я 2014, 2016, 2019 гг.	
<i>Общая длительность ПБ (часы)</i>					
$t_{\text{за период}}$	69,4	23,2	14,2	13,8	3,8
$t_{\text{ср/год}}$	6,9	2,3	1,4	2,0	-
$t_{\text{мах/год}}$	12,3 1984 г.	5,7 1991 г.	4,6 2007 г.	3,9 2018 г.	1,5

Примечание: н/я – явление не наблюдалось.

Note: n/o – the phenomenon wasn't observed.

Годовой ход. Анализ годового хода повторяемости числа дней с пыльными бурями (в процентном отношении) выявил, что каждый десятилетний период имеет свои особенности (табл. 2). В 1981-1990 годах максимум отмечался в июне-июле (47% от общего числа бурь), на сентябрь-октябрь приходилось 26%. В период 1991-2000 гг. более 60% событий наблюдалось с мая по июль, в 2001-2010 гг. основная активность бурь зарегистрирована в весенние месяцы – в марте-апреле (42%) и в июле – 32%. В 2011-2020 гг. на июнь и август пришлось 43% явлений, на сентябрь-октябрь 29%, апрель-май – 19%. В 2021 г. 40% случаев наблюдались в мае месяце и 40% в октябре-ноябре.

Таблица 2

Годовой ход повторяемости числа дней с пыльными бурями в г. Ташкент (%)

Table 2

Annual course of days frequency with dust storms in Tashkent city (%)

Период, годы	месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981-1990	2	2		8	9	28	19	6	13	13		
1991-2000					25	19	19		19	6	13	
2001-2010			16	26	5	5	32	5	5	5		
2011-2020				13	6	31		19	13	19	5	
2021					40	20				20	20	

Таким образом, в 1981-1990 гг. на летний сезон приходилось 53% всех событий. В последующие десятилетия наблюдается усиление внутригодовой активности весной и

осенью (табл. 2), доля летних бурь составила 38-43%. Наиболее заметный сдвиг активности событий на весенние месяцы (47%) произошел в 2001-2010 гг.

Продолжительность пыльных бурь. Важной характеристикой явления является продолжительность пыльных бурь. Суммарная длительность пыльных бурь за 40 лет составила 120,6 часа. Ее динамика по декадам также показывает тенденцию снижения (табл. 1). Общее время с ПБ по десятилетним рядам наблюдений ($t_{за\ период}$) сократилось с 69,4 час. до 23,3-13,8 час., средняя суммарная длительность явления за год ($t_{ср/год}$) – с 6,9 час. до 2,3-1,4 час.

Максимальная общая продолжительность ($t_{max/год}$) пришлась на 1984 г. Следует отметить, что в декаду 1981-1990 гг. максимальные значения общей продолжительности и количества дней с пыльными бурями наблюдались в разные годы, в остальные десятилетия на годы с максимальным количеством дней приходится максимальная длительность явления.

В процессе исследования выяснилось, что в г. Ташкент не наблюдалось бурь длительностью (Δt) более 5 часов, поэтому был проведен анализ повторяемости бурь различной продолжительности с разбивкой по пяти градациям длительности: 1) менее 0,5 час., 2) от 0,5 час. до 1 час., 3) от 1 час. до 2 час., 4) от 2 час. до 3 час., 5) более 3 часов.

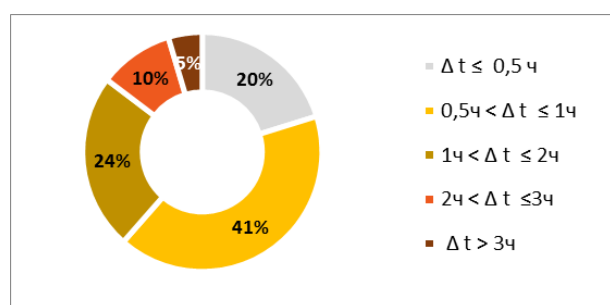


Рис. 2. Доля ПБ различной продолжительности в г. Ташкент за период 1981-2021 гг.

Fig. 2 DS share of various durations in Tashkent city for the period 1981-2021

Короткие бури, которые длятся менее одного часа, составляют 61%, около четверти событий приходится на бури длительностью 1-2 часа (24%), на 2 и более часов - 15% (рис. 2). Сравнительный анализ годового хода с учетом градаций длительности ПБ позволил сделать следующие выводы: для каждого периода активность бурь имеет свои характерные особенности, как в траектории годового хода, так и проявлении активности, которую можно оценивать продолжительностью событий. Во всех периодах прослеживается двух вершинный годовой ход суммарной месячной длительности, и наблюдается различия в повторяемости по градациям длительности (рис. 3).

Для 1981-1990 гг. доля бурь с $\Delta t \leq 1\text{ ч}$ равна 57%, с $1\text{ ч} < \Delta t \leq 2\text{ ч}$ – 24%, с $2\text{ ч} < \Delta t \leq 3\text{ ч}$ – 9% и с $\Delta t > 3\text{ ч}$ – 9%. Суммарная месячная длительность имеет два максимума в июне-июле (17,6-16,5 час.) и сентябре (11,4 час.). Самая продолжительная буря наблюдалась 29 июля 1985 г. Она возникла в 16 часов 30 минут (ташкентское время) и длилась 5 часов. В этот период были зафиксированы 5 случаев бурь продолжительностью 3 часа и более, и них три бури – в 1984 году.

В 1991-2000 годах на бури с $\Delta t \leq 1\text{ ч}$ приходится 38%, с $1\text{ ч} < \Delta t \leq 2\text{ ч}$ – 31%, с $2\text{ ч} < \Delta t \leq 3\text{ ч}$ – 31%. ПБ длительностью более 3 часа не наблюдались. Суммарная месячная продолжительность имеет два максимума в мае (5,5 час.) и октябре (5,6 час.). Максимальное время Δt_{max} – 2ч. 55 мин. у бури, которая прошла 3 октября 1992 г. В эту декаду 5 самых длительных бурь имели продолжительность в пределах 2-3 час.

Для 2001-2010 гг. бури с $\Delta t \leq 1\text{ ч}$ составляют 79%, с $1\text{ ч} < \Delta t \leq 2\text{ ч}$ – 21%, ПБ длительностью более 2 часа не наблюдались. Суммарная месячная длительность имеет два максимума в апреле (3,7 час.) и июле (4,6 час.). Максимальное время бури Δt_{max} – 1ч. 20 мин. зафиксировано 18 апреля 2004 г. Самые продолжительные бури (4 случая) длились 1-2 час.

В период 2011-2020 гг. на часть бурь с $\Delta t \leq 1$ ч приходится 75%, с $1ч < \Delta t \leq 2$ ч – 19%, с $2ч < \Delta t \leq 3$ ч – 6%. ПБ длительностью более 3 часов не наблюдались. Суммарная месячная длительность имеет один выраженный максимум в июне (3,5 ч.). Наибольшая длительность Δt_{max} – 2ч. 15мин. отмечена 5 июля 2015г. Самые продолжительные бури (3 случая) наблюдались в течении 1,5-2,3 час.

В 2021 году зарегистрировано 5 случаев пыльных бурь, самая продолжительная из них была 30 июня 2021г. и длилась 1,5 часа. Резонансное пылевое событие 4 ноября 2021 г., которое явилось следствием сильной пыльной бури регионального масштаба в г. Ташкент наблюдалось как «пыльная буря» в течение 40 минут, в дальнейшем регистрировалось как многодневная пыльно-песчаная мгла, и детально исследовано и описано в работе [Nishonov et al., 2023].

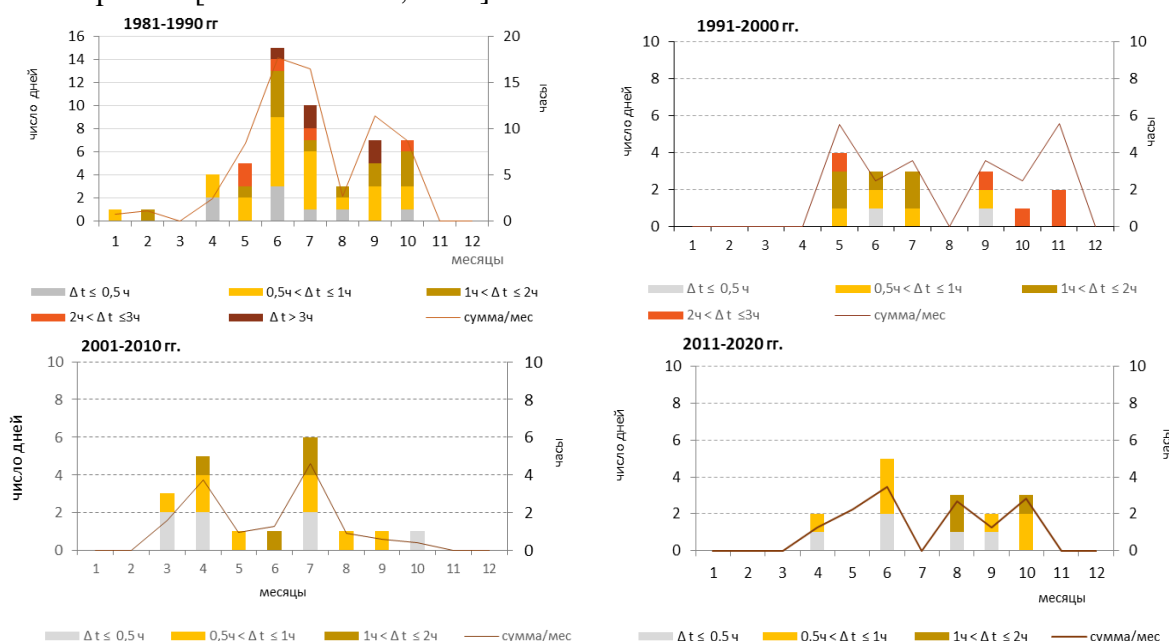


Рис. 3. Годовой ход повторяемости и продолжительности пыльных бурь по временным градациям в г. Ташкент

Fig. 3. Annual course of dust storms frequency and duration by time gradations in Tashkent city

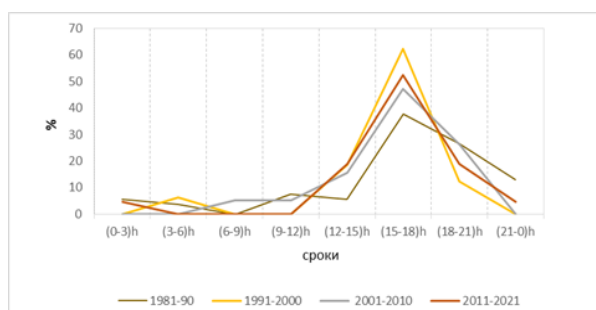


Рис. 4. Суточный ход пыльных бурь по декадам в г. Ташкент

Fig. 4. Diurnal cycle of dust storms by decades in Tashkent city

Суточный ход. Для определения суточного хода проведен анализ многолетних данных о начале возникновения ПБ. В результате было установлено (рис. 4), что в последние 30 лет преобладающее число случаев начала бурь (порядка 90%) приходится на вторую половину дня (12-21 ч.), время суток, когда активно развиваются конвективные процессы. В 1981-1990 годы на этот временной промежуток приходилось 70%, 20% событий наблюдались до полудня, 8% – в 9-12 ч. и 13% – в 21-0 ч.). Все рассматриваемые десятилетние периоды имеют явно выраженный максимум на сроке 15-18 часов по ташкентскому времени. Суточный ход не зависит от времени года.

Выводы. Анализ данных наземных наблюдений ПБ за период 1981-2021 гг. в г. Ташкент позволил выявить следующие особенности:

– в последние 30 лет суммарное число дней с ПБ (*n*_{за период}) сократилось более чем в 2 раза по сравнению с предыдущими периодами, по всей видимости это связано с изменением синоптических процессов;

– наиболее спокойным оказался период 2001-2010 гг., в течение которого на протяжении 4 лет (2002, 2006, 2009, 2010 гг.) явление ПБ в Ташкенте не наблюдалось;

– в последние 20 лет преобладают бури длительностью не более одного часа;

– пыльные бури чаще всего возникают при западных ветрах со скоростью 2-5 м/с.

Из вышесказанного следует:

– в дальнейшем целесообразно рассмотреть особенности синоптических процессов, при которых возникали ПБ за исследуемые периоды;

– проблема запылённости воздуха в городе является актуальной, для обсуждения необходимо исследовать взаимосвязь пыльных бурь и явления пыльной мглы, которое часто является следствием ПБ и как показывают события ноября 2021 года, оказывает длительное негативное воздействие на качество атмосферного воздуха и здоровье людей.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках прикладного проекта АЛ-5721122055 “Разработка технологии системы мониторинга пыльных бурь с использованием наземных и спутниковых данных”, финансируемого Агентством инновационного развития Республики Узбекистан.

Вклад авторов. **Б.Э. Нишонов:** обоснование актуальности исследований, постановка задачи, общее руководство, редактирование текста. **Л.Ю. Шардакова:** методология, анализ, написание текста, производство расчетов. **А.Р.Ахмедова:** сбор данных, обработка данных. **Н.И. Рахматова:** анализ, обработка данных, систематизация материала. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Джорджио В.А., Бабенко З.Е., Романов Н.Н. Выдающаяся пыльная буря в Средней Азии 10 сентября 1971 г. // Труды САНИГМИ. – Вып. 5 (86). – 1973. - С. 124-129.

Климат Ташкента. Под ред. Б.А.Айзенштата. – Л.: Гидрометеоздат – 1982. – 200 с.

Леухина Г.Н., Ляпина О.А., Веремеева Т.Л. Климат Узбекистана. Ташкент: САНИГМИ. – 1996. – 72 с.

Романов Н.Н. Пыльные бури в Средней Азии. – Ташкент: Изд-во СамГУ. – 1960. – 198 с.

Шардакова Л.Ю., Ахмедова А., Рахматова Н.И., Нишонов Б.Э. Пространственно-временной анализ пыльных бурь в Приаралье за 2010-2021 годы // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – 2022. – №4. – С. 90-99.

Чаньшиева С.Г., Смирнова Е.И. Климатическое описание Ташкентского вилоята. – Ташкент: НИГМИ. – 2011. – 162 с.

Nishonov B.E., Kholmatjanov B.M., Labzovskii L.D., Rakhmatova N., Shardakova L., Abdulakhatov E.I., Yarashev D.U., Toderich K.N., Khujanazarov T., Belikov D.A. Study of the strongest dust storm occurred in Uzbekistan in November 2021 // Sci. Rep. **13**. 2023. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-42256-1> <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42256-1>.

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДА 1981-2021 ЙИЛЛАРДАГИ ЧАНГ БЎРОНИ
ҲОДИСАНИНГ СТАТИСТИК ТАҲЛИЛИ****Б.Э. НИШОНОВ¹, Л.Ю. ШАРДАКОВА¹, А.Р. АХМЕДОВА², Н.И. РАХМАТОВА¹**

¹Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, bnishonov@mail.ru,
natella.rakhmatova@gmail.com, lyudmila.shardakova@gmail.com

²Гидрометеорология хизмати агентлиги, a-b-r@bk.ru

Аннотация: *Атмосфера ҳавосини чанг билан ифлосланиши билан боғлиқ муаммолар Тошкент шаҳри аҳолиси учун долзарб ҳисобланади. Мақолада 1981-2021 йиллардаги ер юзасидаги кузатишлар асосида Тошкент-Обсерватория метеорология станциясида қайд этилган чанг бўронларининг статистик кўрсаткичлари таҳлил қилинган. Тадқиқот даври учун чанг бўронларининг вақт давомида тақсимланишининг статистик кўрсаткичлари ва хусусиятлари аниқланган: 1981-2021 йилларда Тошкент шаҳрида чанг бўронли 125 кун, шундан 1981-1990 йй. да 53 кун, 1991-2000 йй. да 16 кун, 2001-2010 йй. да 19 кун, 2011-2020 йй. да 16 кун, 2021 йй. да 5 кун қайд этилган; сўнги 30 йилда ўнйилликлар бўйича чанг бўронли кунлар сони 1981-1990 йй. даги ўнйилликка нисбатан 2 мартадан ортиққа камайган; давомийлиги бир соатгача бўлган чанг бўронлари энг кўп содир бўлган; чанг бўронлари тезлиги 2-5 м/с бўлган ғарбий шамолларда энг кўп пайдо бўлган.*

Калит сўзлар: *чанг бўронлари, маълумотлар базаси, такрорланувчанлик, йил ичида ўзгаришлар, чанг бўронли кунлар сони, сутка ичида ўзгаришлар, давомийлик, Тошкент шаҳри.*

**STATISTICAL ANALYSIS OF DUST STORM PHENOMENA IN
TASHKENT CITY FOR 1981-2021****B.E. NISHONOV¹, L.YU. SHARDAKOVA¹, A.R. AKHMEDOVA², N.I. RAKHMATOVA¹**

¹Hydrometeorological Research Institute, bnishonov@mail.ru, natella.rakhmatova@gmail.com,
lyudmila.shardakova@gmail.com

²Agency of Hydrometeorological Service, a-b-r@bk.ru

Abstract: *Problems associated with dust in the atmospheric air are relevant for residents of Tashkent city. In the article, the dust storms statistical characteristics recorded at the Tashkent-Observatory meteorological station were analyzed based on a number of ground-based observations for the period 1981-2021. Statistical characteristics and features of the temporal distribution of dust storms for the study period were revealed: 125 days with dust storms were registered in Tashkent for 1981-2021, from which 53 days in 1981-1990, 16 days in 1991-2000, 19 days in 2001-2010, 16 days in 2011-2020 and 5 days in 2021; in the last 30 years, the total number of days with dust storms for ten-year periods has decreased by more than 2 times compared to 1981-1990; dust storms lasting no more than one hour prevail; dust storms most often occur in western winds at a speed of 2-5 m/s.*

Keywords: *dust storms, databases, frequency, annual cycle, number of days with dust storms, daily cycle, duration, Tashkent city.*

REFERENCES

Giorgio V.A., Babenko Z.E., Romanov N.N. Vidayushayasya pilnaya burya v Sredney Azii 10 sentyabrya 1971 g. [An outstanding dust storm in Central Asia on September 10, 1971] // Trudi SARNIGMI. - Vip. 5 (86). - 1973. - S. 124-129. (in Russian)

Klimat Tashkenta [Climate of Tashkent]. Pod red. B.A. Aizenshtata. L.: Gidrometeoizdat. -1982. – 200 s. (in Russian)

Leukhina G.N., Lyapina O.A., Veremeeva T.L. Klimat Uzbekistana [Climate of Uzbekistan]. Tashkent: SANIGMI -1996. – 72 s. (in Russian)

Romanov N.N. Pilniye buri v Sredney Azii [Dust storms in Central Asia]. Tashkent: Izd-vo SamGU. – 1960. – 198 s. (in Russian)

Chanysheva S.G., Smirnova E.I. Klimaticheskoye opisaniye Tashkentskogo viloyata [Climatic description of the Tashkent region]. Tashkent: NIGMI. – 2011. – 162 p. (in Russian)

УДК 556:55:574. 9

СУНЬИЙ ЙЎЛДОШ КУЗАТУВ МАЪЛУМОТЛАРИ БЎЙИЧА КЎЛЛАРНИ ХАРИТАЛАШ ВА МОНИТОРИНГ ҚИЛИШ

С.Б. КАЛАБАЕВ¹*, Ф.Я. АРТИКОВА¹

¹ Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, saluat.kalabaev@gmail.com

Аннотация. Тадқиқотда Жанубий Оролбўйи ҳудудида жойлашган учта кўлни хариталаш ишлари олиб борилди. Хариталаш турли саналар ва кўлларнинг гидрологик режимининг турли фазалари бўйича уларда сув мавжудлигида амалга оширилди. Тадқиқот ҳудуди учун АҚШ Геологик хизмати (USGS) илмий тадқиқот маркази ҳамда Европа комиссиясининг (European Commission) маълумотлар базасидан 1984-2021 йиллар оралиги учун сунъий йўлдош тасвирлари танлаб олинди. Кейинги босқичда ArcGIS дастури ёрдамида ҳисоблаш амалга оширилди. Ҳисоблаш натижасига кўра тадқиқ этилган даврда кўллар сув юзаси майдонининг камайиши 28,92-93,3% ни ташкил этган. Ўрганилаётган кўлларнинг барчаси мавсумий характерга эга кўлларга айланганлиги аниқланди.

Калит сўзлар: Landsat, масофадан зондлаш, ArcGIS, кўл, мониторинг, хариталаш, Жанубий Оролбўйи.

Кириш. Кўллар ва сув омборлари глобал чучук сув захираларининг тахминан 21% ни ташкил этади [Wulder, 2012]. Яқинда ўтказилган тадқиқотларга асосланиб, 1995 йилдан 2015 йилгача бутун дунё бўйлаб майдони 10 гектардан ортиқ сув ҳавзалари сони 1,42 миллиондан ортиқ эканлиги аниқланди [Najai, 2011]. Масофадан зондлаш асосида ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, 1984-2015 йиллар оралигида глобал миқёсда деярли 90 минг км² майдонда доимий ер усти сувлари йўқ бўлиб кетган. Бироқ, 184 минг км² ни эгаллаган янги доимий ер усти сув ҳавзалари пайдо бўлган [Pekel, 2016]. Дунё бўйлаб доимий сув ҳавзалари йўқотилишининг 70% дан ортиғи Қозоғистон, Ўзбекистон, Эрон (56%), Афғонистон (54%), Ироқ (34%) мамлакатлари ҳудудига тўғри келган [Lutz, 2014; Micklin, 2016].

Шунингдек, 41-45 ° ш.к., 58-60 ° ш.к.у. да жойлашган ҳудудларда доимий сув юзаси майдонлари катта қисқаришларга учраган. Қозоғистон ва Ўзбекистон чегарасидаги Орол денгизининг шарқий қисми чўлга айланган [Калабаев, 2019]. Орол денгизи юзасининг кескин қисқариши 1994-2009 йилларда кузатилган, сўнгги пайтларда бу жараён секинлашган [Najai A., 2011].

Мавзуга оид адабиётлар таҳлили. Қуруқлик-сув чегарасини аниқлаш учун сунъий йўлдош тасвирларини дешифровкалашда “water index” усулидан фойдаланилди [Аденбаев, 2023]. Мазкур йўналишда McFeeters (1996), Xu (2006), Sun (2012), Feyisa (2014), Курганович (2015), Feyisa (2016), Катаев ва Бекеров (2017), Морозова (2019), Шмакова (2020) сингари олимлар ўз тадқиқотларини олиб борган.

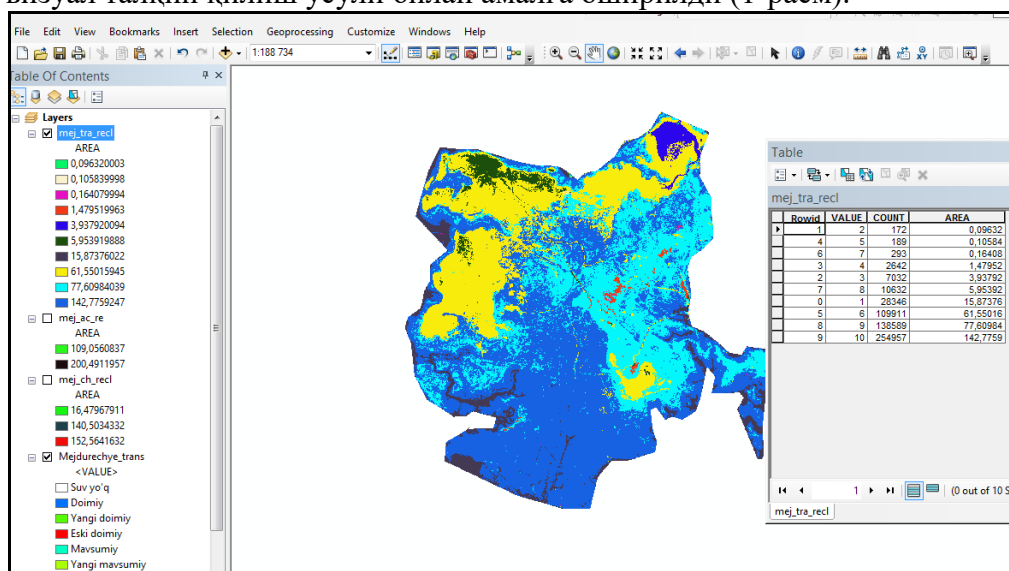
Тадқиқот объекти ва предмети. Тадқиқот объекти Жанубий Оролбўйи ҳудудидаги Мўйноқ кўрфази, Междуречье, Сарибас кўллари, тадқиқот предмети эса кўллар сув юзаси майдонини ҳисоблашдан иборат.

* Масъул муаллиф: saluat.kalabaev@gmail.com, тел.: +998 97 355-80-96

Бирламчи маълумотлар. Кўллар учун АҚШ Геологик хизмати (USGS) илмий тадқиқот марказининг ҳамда Европа комиссиясининг маълумотлар базасидан 1984-2021 йиллар учун сунъий йўлдош тасвирлари танлаб олинди. Кўллар сув юзаларининг динамикаси сунъий йўлдош кузатувлари натижасида қайд этилган, Landsat тасвирлари эса кўллар мавсумийлигини хариталаш учун ишлатилган.

Тадқиқот методлари. Сув объектлари жуда ўзгарувчан бўлиб, уларнинг TM, ETM+ ва OLI датчиклари томонидан ўлчанадиган тўлқин узунликларидаги спектрал хоссалари сувдаги хлорофилл концентрациясига, муаллақ ҳолатдаги заррачаларга, эриган органик моддалар рангига, чуқурлик ва саёзликлардаги ётқизикларнинг таркибига кўра ўзгаради [McFeeters, 1996]. Google Earth Engine томонидан ишлаб чиқилган веб-интерфейс эксперт тизими исталган Landsat 5, 7 ва 8 тасвирларини қайта ишлаш имконини беради [Liu, 2016].

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Кўлнинг сирт майдонини ҳисоблашда мультиспектрал Landsat 5, 7, 8 серияли сунъий йўлдош тасвирлари универсал кўндаланг Merkator проекциясига айлантирилди. ArcGIS дастурида кўллар майдонини ҳисоблаш ишлари визуал талқин қилиш усули билан амалга оширилди (1-расм).



1-расм. Кўл сув юзаси ўтиш фазаларидаги майдонини ArcGIS дастурида ҳисоблаш

Рис. 1. Расчет площади водной поверхности озера на переходных фазах в программе ArcGIS

Fig. 1. Calculation of the area of the lake water surface during transition phases in ArcGIS software

Оролбўйидаги Мўйноқ кўрфазы, Сарибас, Междуречье кўлларининг 1984-2021 йиллардаги ўзгаришларини Pekel тамонидан яратилган «Surface water occurrence», «Occurrence change intensity» ва «Transitions» маҳсулотлари асосида ArcGISда хариталаш ишлари бажарилди.

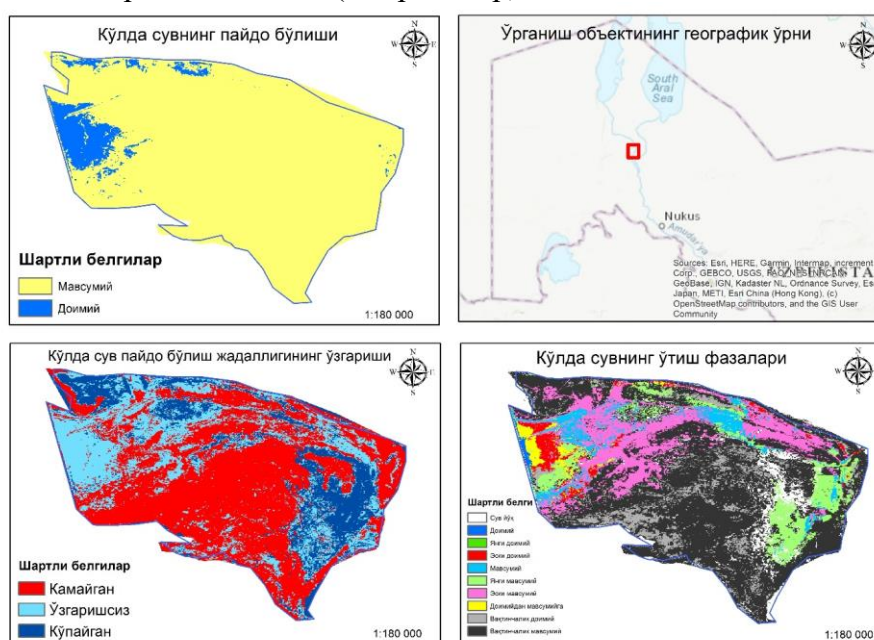
«Surface water occurrence» (SWO) деб номланган маҳсулот асосида ArcGIS дастурида «Ер усти сувларининг пайдо бўлиши» картаси тузилди. Карта 1984-2021 йиллар оралиғида ер усти сувлари қаерда тўпланганлигини кўрсатиб, умумий сув юзаси майдонининг йиллараро ва йиллик ўзгарувчанлигини ҳақида маълумот беради [Pekel, 2016].

«Occurrence change intensity» деб номланган маҳсулот асосида ArcGIS дастурида «Сув пайдо бўлиш жадаллигининг ўзгариши» картаси тузилди. Карта 1984-1999 ва 2000-2021 йиллар оралиғида ер усти сувларининг пайдо бўлиши, кўлнинг қайси қисмида

сув кўпайган, камайган ёки ўзгармаганлиги ҳақида маълумот беради [Markham, 2004; Pekel, 2016].

«Transitions» деб номланган маҳсулот асосида ArcGIS дастурида «Ўтиш фазалари» картаси тузилди. Картада биринчи ва охири йиллардаги мавсумийликнинг ўзгаришига асосан “сув бўлмаган”, “мавсумий” ва “доимий” сув юзасининг учта синфи ўртасидаги фарқлари акс этади. Ўтиш фазалари – кузатувларнинг биринчи ва охири йили ўртасидаги 11 та ўтишларни тавсифлайди. Қуйида ўтиш фазалари турлари келтирилган: сув йўқ, доимий сув юзаси; янги доимий сув юзаси; эски доимий сув юзаси; мавсумий сув юзаси; янги мавсумий сув юзаси; эски мавсумий сув юзаси; доимийдан мавсумийга айланган сув юзаси; мавсумийдан доимийга айланган сув юзаси; вақтинчалик доимий; вақтинчалик мавсумий сув юзалари.

Дастлаб, ерда сувнинг пайдо бўлиши хариталаштирилиб, ундаги мавсумий ва доимий сув майдонлари ҳисобланди (2-4-расмлар).



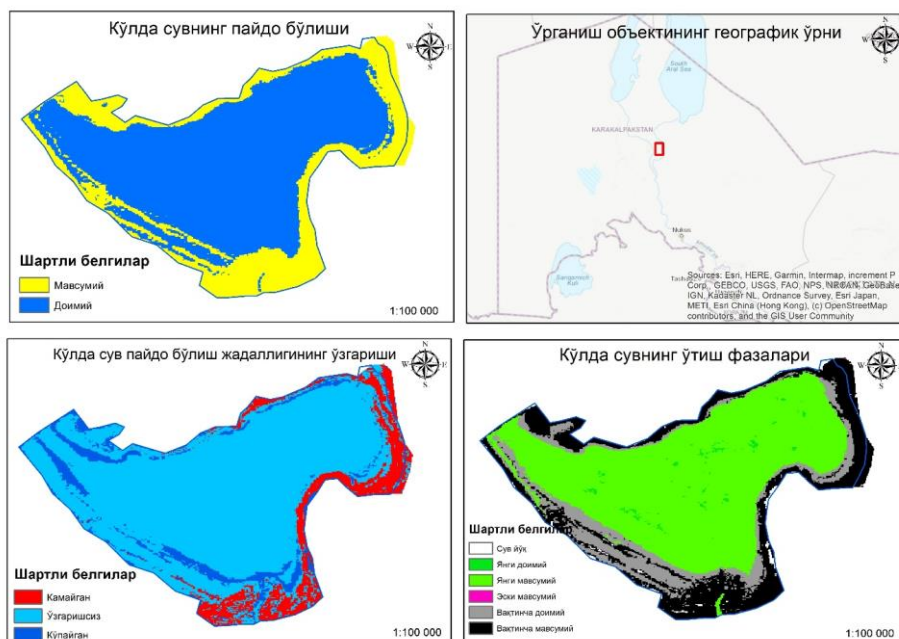
2-расм. Мўйноқ кўрфазида сувнинг пайдо бўлиши, сув пайдо бўлиш жадаллигининг ўзгариши, ўтиш фазалари карталари

Рис. 2. Карты распространения поверхностных вод, интенсивности изменения распространения поверхностных вод, переходных фаз в заливе Муйнак

Fig. 2. Maps of the surface water occurrence, surface water occurrence change intensity, transition phases in Muynak Bay

Ҳисоблаш натижаларига кўра, Мўйноқ кўрфазида доимий сув юзаси $8,76 \text{ км}^2$, мавсумий сув юзаси $121,9 \text{ км}^2$; Сарибас кўлида доимий сув юзаси $27,7 \text{ км}^2$, мавсумий сув юзаси $11,4 \text{ км}^2$; Междуречье кўлида доимий сув юзаси $109,05 \text{ км}^2$, мавсумий сув юзаси $200,5 \text{ км}^2$ ни ташкил этди. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, кўлларда максимал сув юзаси 1998, 2010, 2012 йилларда кузатилган.

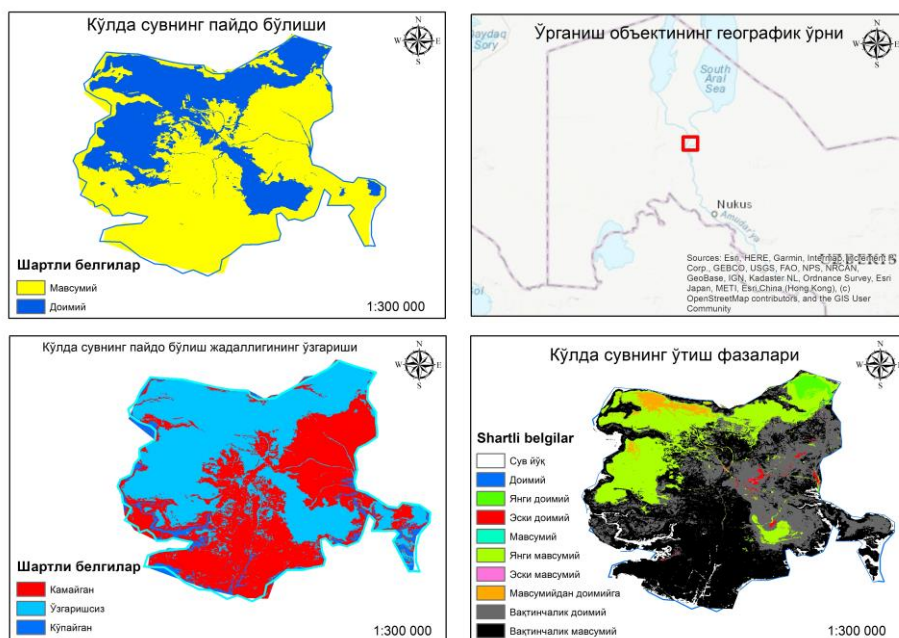
Доимий сув юзаси умумий кўл юзаси майдонининг 6,7% дан 71,02% гача ўзгарган. Бу микдор Сарибас кўлида энг юқори 71,02% ни, энг паст кўрсаткич Мўйноқ кўрфазида 6,7% ни ташкил этган. Бу қийматлар шуни англатадики, доимий сув микдорига эга бўлган юзалар кичик фоизларга эга, чунки кўлларда сув ҳажми кам бўлиб, улар йилнинг куруқ ва иссиқ фаслларида қуриб қолади.



3-расм. Сарибас кўлида сувнинг пайдо бўлиши, сув пайдо бўлиш жадаллигининг ўзгариши, ўтиш фазалари карталари

Рис. 3. Карты распространения поверхностных вод, интенсивности изменения распространения поверхностных вод, переходных фаз в озере Сарибас

Fig. 3. Maps of the surface water occurrence, surface water occurrence change intensity, transition phases in Saribas Lake



4-расм. Междуречье кўлида сувнинг пайдо бўлиши, сув пайдо бўлиш жадаллигининг ўзгариши, ўтиш фазалари карталари

Рис. 4. Карты распространения поверхностных вод, интенсивности изменения распространения поверхностных вод, переходных фаз в озере Междуречье

Fig. 4. Maps of the surface water occurrence, surface water occurrence change intensity, transition phases in Mejdurechye Lake

Сув пайдо бўлиш жадаллигининг ўзгариши ҳолати ўрганилганда Мўйноқ кўрфазида 32 йил давомида сув юзаси 70,04 км² га қисқарган, фақат 37,57 км² майдонда сув сақланиб қолган. Бу қийматлар Сарибас кўлида 4,8 км² га қисқарган, 30,9 км² майдон ўзгаришсиз қолган; Междуречье кўлида 140,05 км² га қисқарган, 152,6 км² ўзгаришсиз ўзида сувни сақлаб қолган.

Ўтиш фазалари ўрганилганда эса, Pekel томонидан ишлаб чиқилган 11 та ўтиш фазалари ўрганилаётган кўлларнинг ҳаммасида ҳам кузатилмади. Мўйноқ кўрфази ва Междуречье кўлида мос равишда 10 та; Сарибас кўлида 6 та ўтиш фазалари қайд этилди (1-жадвал).

1-жадвал

Кўлларнинг сув юзаси ўтиш фазалари

Таблица 1

Фазы перехода водной поверхности озер

Table 1

Water surface transition phases of lakes

Ўтиш фазалари	Мўйноқ кўрфази майдони, км ²	Сарибас кўли майдони, км ²	Междуречье кўли майдони, км ²
Сув йўқ	7,35	0,32	15,8
Доимий	0,47	0,35	0,096
Янги доимий	0,007	24,1	3,94
Эски доимий	3,39	0,003	1,47
Мавсумий	6,85	-	0,1
Янги мавсумий	11,5	-	61,55
Эски мавсумий	21,51	-	0,16
Доимийдан мавсумийга	2,45	-	-
Мавсумийдан доимийга	-	-	5,95
Вақтинчалик доимий	12,4	5,56	77,6
Вақтинчалик мавсумий	64,74	8,8	142,7

Кўлларнинг ўтиш фазаларини ўрганиш натижасида кўлларда доимий фаза майдони камайиб, аксинча вақтинчалик доимий ҳамда вақтинчалик мавсумий фазаларнинг майдони катта эканлиги маълум бўлди.

Хулоса. Тадқиқотда кўлларнинг 1984-2021 йиллардаги ўзгаришларини Pekel томонидан яратилган «Surface water occurrence», «Occurrence change intensity» ва «Transitions» маҳсулотлари асосида ArcGISда хариталаш ишлари бажарилди. Кўл сув юзасининг 32 йил ичида катта камайиши Мўйноқ кўрфазида қайд этилган. Ўрганилган кўллардан Мўйноқ кўрфази ва Междуречье кўли мавсумий, яъни даврий характерга эга кўлларга айланган, Сарибас кўли эса нисбатан барқарор, мавсумлараро сувни ўзида сақлаб қолади. Кўлларнинг ўзларидаги мавжуд сувларига янги оқим келиб қўшилмаса, бир йил ичида ва мавсумлараро муддатда куриб қолади.

Миннатдорчилик. Мақолани тайёрлашда яқиндан ёрдам берган ва илмий маслаҳатларини аямаган г.ф.д., доц. Б.Е.Аденбаевга ўз миннатдорчилигимизни билдирамыз.

Муаллифлар хиссаси. **С.Б. Калабаев:** мақола матнини ёзиш, маълумотларни йиғиш, қайта ишлаш, масофавий зондлаш маълумотлари устида ишлаш, графикларни яратиш. **Ф.Я. Артикова:** мақола ғояси, методология, раҳбарлик қилиш. Муаллифлар кўлёманинг нашрга тайёрланган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Аденбаев Б.Е., Калабаев С.Б. Гидрография, морфометрия и мониторинг современного состояния озера Джылтырбас // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, №5. 2023. – С. 43-53. DOI: 10.35567/19994508_2023_5_4.

Калабаев С.Б., Йўлдошбаева М.Р. Қуйи Амударё сув объектларининг гидрографик тавсифи // Ўзбекистон География жамияти ахбороти, 56-жилд. 2019. – Б. 235-239.

Liu B., Du Y., Li L., Feng Q., Xie H., Liang T., Hou F., Ren J. Outburst loading of the moraine-dammed Zhuonai Lake on Tibetan plateau: causes and impacts // IEEE Geoscience and remote sensing letters, Volume 13. Issue 4. 2016. – PP. 570–574.

Lutz A.F., Immerzeel W.W., Shrestha A.B., Bierkens M.F.P. Consistent increase in High Asia's runoff due to increasing glacier melt and precipitation // Nature climate change. No4. 2014. – PP. 587-592.

Markham B.L., Storey J.C., Williams D.L., Irons J.R. Landsat sensor performance: history and current status // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Volume 42. Issue 12. 2004. – PP. 2691–2694.

McFeeters S.K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features // International Journal of Remote Sensing. Volume 17. 1996. – PP. 1425-1432. <http://dx.doi.org/10.1080/01431169608948714>

Micklin P. The future Aral Sea: hope and despair // Environmental Earth Sciences. Volume 75(9). 2016. – PP. 1-15.

Najai A., Vatanfada J. Environmental challenges in trans-boundary waters, case study: Hamoon Hirmand Wetland (Iran and Afghanistan) // International Journal of water resources and arid environments, No1. 2011. – PP. 16–24.

Pekel J.F., Cottam A., Gorelick N., Belward A.S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes // Nature. Volume 15. Issue 540 (7633). 2016. – PP. 418-422.

Wulder M.A., Masek J., Cohen W.B., Loveland T.R., Woodcock E.C. Opening the archive: how free data has enabled the science and monitoring promise of Landsat // Remote Sensing of Environment. 122. 2012. – PP. 2–10.

КАРТИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ ОЗЕР ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

С.Б. КАЛАБАЕВ¹, Ф.Я. АРТИКОВА¹

¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, salauat.kalabaev@gmail.com

Аннотация. В исследовании выполнено картирование трех озёр, расположенных на территории Южного Приаралья. Картирование выполнено за разные даты и различные фазы гидрологического режима озёр при наличии воды в них. Для района исследования были выбраны спутниковые снимки Исследовательского центра Геологической службы США (USGS) и базы данных Европейской Комиссии за период 1984-2021 гг. На следующем этапе были проведены расчеты с использованием программного обеспечения ArcGIS. В результате расчетов выявлено, что в рассматриваемый период сокращение площади озёр составило от 28,92% до 93,3%. В результате исследований установлено, что все изученные озера стали сезонными.

Ключевые слова: Landsat, дистанционное зондирование, ArcGIS, озеро, мониторинг, картографирование, Южное Приаралье.

MAPPING AND MONITORING OF LAKES BY USING SATELLITE OBSERVATIONS**S.B. KALABAEV¹, F.Ya. ARTIKOVA¹**¹ National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, salauat.kalabaev@gmail.com

Abstract. *The study carried out mapping of three lakes located in the Southern Aral Sea region. The mapping was carried out for different dates and different phases of the hydrological regime of the lakes in the presence of water in them. For the study area, satellite images from the United States Geological Survey (USGS) Research Center and the European Commission database for the period 1984-2021 were selected. At the next stage, calculations were carried out using ArcGIS software. As a result of the calculation, the reduction in the area of lakes amounted to 28.92-93.3% during observed period. As a result of the research, it was found that all the studied lakes became seasonal.*

Keywords: *Landsat, remote sensing, ArcGIS, lake, monitoring, mapping, Southern Aral Sea region.*

REFERENCES

Adenbaev B.E., Kalabaev S.B. Gidrografiya, morfometriya i monitoring sovremennogo sostoyaniya ozera Djiltirbas [Hydrography, morphometry and monitoring of the current state of Diltirvas Lake] // Vodnoe xozyaystvo Rossii: problemi, texnologii, upravlenie, No5. 2023. – S. 43-53. DOI: 10.35567/19994508_2023_5_4. (in Russian)

Kalabaev S.B., Yoldoshbaeva M.R. Quyi Amudaryo suv obektlarining gidrografik tavsifi [Hydrographic description of the lower Amudarya water bodies] // Ozbekiston Geografiya jamiyati, 56-jild. 2019. – B. 235-239. (in Uzbek)

ХОТИРА ВА ЮБИЛЕЙЛАР / ХРОНИКА И ЮБИЛЕИ / CHRONICLE AND ANNIVERSARIES

ПАМЯТИ ДЕНИСОВА ЮРИЯ МИХАЙЛОВИЧА (к 95-летию со дня рождения)



Юрий Михайлович Денисов – выдающийся ученый, доктор технических наук, профессор, заслуженный ирригатор Узбекистана. Он был одним из ведущих специалистов-гидрологов Средней Азии и стран СНГ в области горной гидрологии и гидрологии орошаемых земель теоретического направления. Он по праву считается основоположником математического моделирования процессов стока горных рек.

Ю.М.Денисов родился 10 января 1929 г. в Оренбургской области в семье крестьянина. В 1938 г. вместе с родителями переехал в Среднюю Азию на станцию Куропаткино Самаркандской области. Среднюю школу окончил в 1947 г. В 1951 г. поступил в Среднеазиатский государственный университет по специальности «Гидрология».

По окончании университета в 1955 г. начал трудовую деятельность инженером-гидрологом в Чарвакской комплексной экспедиции САОГИДП. В том же году поступил в аспирантуру АН УзССР, которую блестяще окончил в 1958 г. завершением диссертационной работы «Снеготаяние и расчет максимальных расходов талых вод». В 1960 г. решением ВАК ему присвоено ученая степень кандидата технических наук.

С 1958 г. до смерти (55 лет непрерывной работы) был заведующим отделом математического моделирования гидрометеорологических процессов Среднеазиатского научно-исследовательского гидрометеорологического института (ныне НИГМИ).

В 1964 г. указом Президиума Верховного Совета СССР Ю.М.Денисов награжден орденом «Знак почета», а в 1970 г. – юбилейной медалью «За доблестный труд».

Ю.М.Денисов занесен к «Книгу Почета» Узгидромета (1974) и «Книгу Почета» Госкомгидромета СССР (1988), имеет звание «Отличник Гидрометслужбы» (1996), занесен на Доску Почета Главгидромета РУз (1996), неоднократно награждался Почетными грамотами руководства института и Госкомитета СССР по гидрометеорологии.

Ю.М.Денисов был умелым организатором исследований и создателем научных коллективов, воспитателем молодых ученых. Им подготовлено более 10 кандидатов наук, 5 докторов наук.

Основное научное направление Ю.М.Денисова – математическое моделирование гидрометеорологических процессов. Однако круг его интересов чрезвычайно широк (более 150 научных статей). Хорошее знание им ряда смежных специальностей (математика, теория оптимального управления, теоретическая физика и биокибернетика) позволили ему проводить глубокие научные исследования фундаментального характера в различных областях естествознания.

Он разработал модель формирования снежного покрова в горах, динамики снеготаяния, поступления воды на поверхность водосбора и различные схемы ее трансформации в сток рек.

Далее научные интересы Ю.М.Денисова переходят в область исследования и разработки динамики многофазных (гетерогенных) и многокомпонентных сред. На основе этих исследований им создается теория движения влаги, тепла и солей в почвогрунтах.

Эти исследования послужили основой для построения Ю.М.Денисовым совместно с А.И.Сергеевым математических моделей водно-солевого режима орошаемых земель, где помимо прочего рассчитывается коллекторно-дренажный сток и уровни грунтовых вод. Разработанные модели нашли широкое практическое применение.

Существенные результаты получены Ю.М.Денисовым и в области динамики аэрозолей. Впервые были исследованы динамические характеристики краевых условий, позволяющие определить подъем или осаждение частиц на подстилающую поверхность. Кроме того, внимание Ю.М.Денисова привлекли и атмосферные процессы, описанные им с помощью системы дифференциальных уравнений многофазной многокомпонентной среды, разработана математическая модель некоторых микрофизических процессов в облаке.

Он исследовал воздействие релаксационных характеристик метеорологических приборов на продолжительность интервалов времени между наблюдениями, выявил некоторые динамические характеристики изменения климата, влияющие на гидрологические и агрометеорологические процессы.

В области гляциологии Ю.М.Денисовым разработаны математические модели снеготаяния, физических характеристик снежного покрова как многофазной и многокомпонентной среды, образования и движения несжимаемой снежной лавины, влияния моренных отложений на таяние ледников.

Из исследований по радиационным процессам следует отметить работы Ю.М.Денисова по расчету суточных сумм прямой солнечной радиации, поступающей на склоны, математическую модель терморегуляции человека, метод расчета температуры поверхности оконных стекол, стен и почвы.

При изучении русловых процессов Ю.М.Денисовым математически описана динамика площади сечения размываемого русла, интенсивность размыва (намыва) русла, разработан метод расчета твердого стока и русловых деформаций. Создана модель возвратных вод и их загрязнения, модель нестационарного температурного поля проточных водоемов.

Важным этапом его научной деятельности следует считать разработку математической модели роста и развития растительного покрова (хлопчатника), фотосинтеза.

В последующие годы он занимался разработкой нового поколения методов гидрологических расчетов для рек с интенсивным хозяйственным использованием водных ресурсов.

С 2000 года он начал заниматься разработкой теоретических основ методов расчета различного вида максимальных расходов. Максимальные расходы считаются селевыми, если относительный объем твердой фазы в них превышает 10- 15%. Следовательно, при расчете селевых максимумов нужно считать не только величину максимума, но и количество в нем твердой фазы. Разработанные Ю.М.Денисовым теоретические основы расчета всех указанных видов максимальных расходов доведены им до практического применения.

Исключительными были и человеческие качества Юрия Михайловича. Он всегда доброжелательно относился к коллегам по работе, всегда и всем готов был оказать консультативную помощь, проводил учебные занятия, но настаивал на том, чтобы исследователи старались глубоко проникнуть в физическую сущность изучаемых процессов. При этом оставался он очень скромным человеком.

Авторитет Ю.М.Денисова как выдающегося ученого и приятного в общении человека исключительно высок. Таким он и останется в памяти всех, кто его знал.

ПАМЯТИ ЧАНЫШЕВОЙ СВЕТЛАНЫ ГЕОРГИЕВНЫ
(к 90-летию со дня рождения)



8 января 2024 года Светлане Георгиевне Чанышевой, одной из выдающихся метеорологов и климатологов Узбекистана, исполнилось бы 90 лет.

После окончания с отличием школы, она училась на кафедре геофизики физико-математического факультета САГУ у таких известных учёных-педагогов, как В.А.Джорджио, В.А.Бугаев. Эта кафедра знаменита плеядой выпускников, как М.А.Петросянц, А.Д.Джураев, Н.Н.Романов, Б.А.Айзенштат, О.А.Семенова, Ф.А.Муминов и др. Уже во время учебы на кафедре Светлана Георгиевна, совместно с тремя сокурсницами, приняли участие в работе аэрологической экспедиции по линии МГГ (Международного геофизического года) в отдаленных уголках гор Центрального Тянь-Шаня.

В 1956 году по окончании САГУ, получив диплом по специальности геофизика, она поступила в Гидрометслужбу на должность инженера Ташкентской Геофизической обсерватории, преобразованную впоследствии в САНИГМИ-САРНИГМИ и, наконец, в НИГМИ. Здесь она прошла длинный путь от инженера, младшего, затем старшего научного сотрудника, до заведующего сначала Лабораторией горной метеорологии, преобразованную в Лабораторию метеорологии и климата, а затем и в Отдел метеорологии и климата.

В 1962 году она защитила диссертацию на тему «Некоторые местные ветры Средней Азии» под руководством к.ф.-м.н., доцента Н.Н.Романова и получила ученую степень кандидата физико-математических наук.

Ее не привлекала сидячая работа в лаборатории или отделе. Её тянуло на природу в горы. Она участвовала в этих экспедициях сначала в качестве наблюдателя-аэролога, а затем и организатора небольших, а впоследствии значительных экспедиций: Кумбель и Сары-Таш, Сусамырская и Ферганская долины, Суфа и Памир. Собранный С.Г.Чанышевой громадный экспедиционный материал позволил ей разобраться в сложной системе воздушных потоков над горами Средней Азии.

Светлана Георгиевна принимала активное участие в работе Международного научного эксперимента по исследованию структур атмосферной циркуляции над Тихим океаном между северным и южным тропиками, проводимым в 1972 году на НИС (научно-исследовательском судне) «Академик Королев». Ее отчет о проведенной работе получил высокую оценку как в Главном управлении по гидрометеорологии в Москве, так и в родном САНИГМИ.

Основные итоги направления исследований по фундаментальной классификации орографических воздействий на атмосферу в различных пространственно-временных масштабах были изложены в 1974 г. в работе В.А.Бугаева, М.А.Петросянца, С.Г.Чанышевой и О.И.Субботиной «О масштабах влияния орографии на метеорологические процессы в Средней Азии». Светлана Георгиевна большое внимание уделяла исследованию опасных метеорологических явлений, таких как пыльные бури, сильные горно-долинные ветры, обильные осадки и т.п. В результате опубликованы замечательные монографии совместно с Е.Н.Смирновой «Опасные метеорологические явления в Узбекистане» (2007), «Климатическое описание Ташкентского вилоята» (2010). В числе публикаций посвященных проблемам климата можно отметить её совместные монографии с О.И.Субботиной «Изменчивость климата Средней Азии» (1995) и «Климат

Приаралья“ (2006), с Г.Е.Глазырином, В.Е.Чубом “Краткий очерк климата Узбекистана” (1999) на русском и узбекском языках.

Светлана Георгиевна активно участвовала в разработке климатических сценариев изменения климата Узбекистана и Средней Азии. Под руководством Светланы Георгиевны и непосредственном участии проводились работы по климатическому описанию отдельных областей Узбекистана и такой крупной территории, как Приаралье.

За трудовые заслуги она была награждена медалями «За доблестный труд», «Ветеран труда», знаком «Отличник Гидрометеорологической службы СССР», занесена на Доску Почета, а затем и в Книгу Почета Узгидромета.

18 августа 2023 года С.Г.Чанышева ушла из жизни, не дожив до своего 90-летия четырех месяцев. Светлая память о Светлане Георгиевне Чанышевой сохранится в сердцах её коллег, учеников и последователей.

КАРАНДАЕВОЙ ЛИДИИ МИХАЙЛОВНЕ – 70 ЛЕТ!

Кандидат технических наук, опытный специалист в области гидрологии и гляциологии Карандаева Лидия Михайловна родилась 29 марта 1954 года в городе Ташкент.

Лидия Михайловна в июне 1977 г. окончила Ташкентский государственный университет (ныне Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека), получила квалификацию математика и направлена по распределению в САРНИГМИ (ныне Научно-исследовательский гидрометеорологический институт – НИГМИ). Свою трудовую деятельность начала в Отделе гляциологии САРНИГМИ инженером, младшим научным сотрудником, старшим научным сотрудником в Лаборатории ледников и снежного покрова. С 1 октября 2008 г. Лидия Михайловна исполняющая обязанности заведующего Отделом гляциологии НИГМИ, с 2021 года заведующая Отделом гляциологии.

За время работы Л.М.Карандаева принимала участие в разработке научных тем, связанных с расчетами и прогнозами таяния ледников и стока. В результате разработаны методы расчета полей норм месячных сумм атмосферных осадков и средних месячных температур воздуха в годовом цикле по стандартным данным метеостанций, расположенных в бассейнах рек Вахш, Пяндж, Зеравшан, Чарвакского, Андижанского и Токтогульского водохранилищ. Методы реализованы в виде программ для ПК и предназначены для использования в гляциологических и гидрологических расчетах, прогнозах стока.

Л.М.Карандаевой получены Авторские свидетельства на программу «REAL» – многофакторный линейный регрессионный анализ (2008 г.), на программу Grid_T_Chirchik – расчета полей приземной средней месячной температуры воздуха в бассейне р. Чирчик (2023 г.), программу Grid_q_Chirchik – расчета полей месячных сумм атмосферных осадков в бассейне р. Чирчик (2024 г.).

Результаты научной деятельности Л.М.Карандаевой отражены в 60 научных трудах, большинство из которых опубликованы в материалах международных конференций и симпозиумов.

В 2005 г. она успешно защитила кандидатскую диссертацию на тему «Прогнозы стока рек Вахш и Зеравшан на июль, август, сентябрь» и получила ученую степень кандидата технических наук. В 2010 году Лидии Михайловне присвоено звание старший научный сотрудник.

Л.М.Карандаева неоднократно поощрялась грамотами и премиями руководства НИГМИ и Главгидромета. В 2006 году ей присвоено звание «Отличник гидрометслужбы Узбекистана».

В настоящее время, помимо работы заведующего Отделом гляциологии НИГМИ, она участвует в подготовке специалистов и ученых в области гидрометеорологии.

Желаем юбиляру долгих лет жизни и крепкого здоровья в окружении любимой семьи дома, дорогих коллег на работе.

