

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

**2023**

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  
2023**

Тошкент

## ТАҲРИР КЕНГАШИ

### Таҳрир кенгаши раиси:

Ҳабибуллаев Шерзод  
Ҳабибуллаҳўжаевич

### Масъул котиб:

Рўзиева Малоҳат Бахтиёрвна

### Таҳрир кенгаши аъзолари:

Тажиёв Баҳодир Саъдуллаевич  
Алихонов Борий Ботирович  
Абдурахманов Иброҳим Юлчиевич  
Ҳамраев 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 Атақузиёвич, 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 Баҳодир Асамович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Карандаева Лидия Михайловна, тех.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Мамаджанова Гавҳар 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); Петров Юрий Васильевич, ф.-м.ф.н., проф. (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 Сариевна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Тургунов Данияр Маннапжанович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Умаров Мухаммад 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. (Қозғоғистон); Чуб Виктор Евгеньевич, г.ф.д. (Ўзбекистон); Эгамбердиев Ҳамракул 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 олмага.

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

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

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

**Таъсисчи:** Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлиги

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

ISSN 2181-1261

© Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлиги, 2023

## 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); Петров Юрий Васильевич, к.ф.-м.н., проф. (Узбекистан); Рахмонов Комилжон Раджабович, д.ф.г.н., доц. (Узбекистан); Рафиков Вахоб Асомович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Тилляходжаева Зухраhon Джахангировна, д.ф.г.н. (Узбекистан); Глеумуратова Бибигуль Сарibaевна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Тургунов Данияр Маннапжанович, д.г.н., доц. (Узбекистан); 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); Чуб Виктор Евгеньевич, д.г.н. (Узбекистан); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Юнусов Голиб Ходжаевич, д.г.н., доц. (Узбекистан); Якубов Мурод Адilович, 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, 2023

## 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)*; **Yuriy Vasilyevich Petrov**, *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)*; **Viktor Evgenievich Chub**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **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, 1<sup>st</sup> 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, 2023

# МУНДАРИЖА

## МЕТЕОРОЛОГИЯ

**М.Л. Арушанов, Х.У. Умеров**

Рекуррент ва авторегрессион нейрон тармоқлари ансамблидан фойдаланиб  
хаво ҳароратини узоқ муддатли прогнозлаш ..... 8

**Г.Х. Холбаев, Х.Т. Эгамбердиев, Ж.М. Қўзиёв, Қ.М. Махмудов**

Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида ўртача хаво ҳароратининг  
турли даражалардан ўтиши ..... 19

**С.Т. Абдурахманов, М.Р. Қориев**

Қурғоқчиликда сувни тежаш ҳамда ҳаводаги намдан фойдаланиш  
имкониятларини баҳолаш ..... 31

## ГИДРОЛОГИЯ

**Б.Е. Аденбаев, Х.А. Баратов**

Ўрта Зарафшон воҳаларида грунт сувлари режимининг  
суғориш таъсирида ўзгариши ..... 43

**Б.Ф. Ҳикматов**

Дарёларнинг максимал сув сарфларини ҳисоблаш усуллари  
ва уларни такомиллаштириш масалалари ..... 54

**В.А. Рафиков**

Орол денгизи ва Оролбўйи муаммоси ечимининг асосий йўналишлари ..... 64

## АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

**З.М. Убайдуллаева, Б.Э. Нишонов**

Ўзбекистон Республикасида атмосфера ҳавосининг  
радиоактив ифлосланишини ўрганиш ..... 74

**М.Н. Раҳимова, Э.И. Чембарисов**

Сирдарё дарёсининг ўрта окимидаги ер усти сувларининг ифлосланганлиги .. 83

## ШАРҲЛАР

**И.А. Каримов, Б.Э. Нишонов, А.Н. Гранкина, М.А. Плоцен**

Ўзбекистонда 2022 йилда атмосфера ҳавосини ифлосланиши ..... 91

## ХОТИРА ВА ЮБИЛЕЙЛАР

Алек Алексеевич Староватов – 85 ёшда! ..... 98

Александр Васильевич Пак – 70 ёшда! ..... 99

Ҳасан Имамджанов – 75 ёшда! ..... 100

Владимир Павлович Курбаткин хотираси (тавалуд топганининг 85 йиллиги) .. 102

# СОДЕРЖАНИЕ

## МЕТЕОРОЛОГИЯ

**М.Л. Арушанов, Х.У. Умеров**

Долгосрочный прогноз температуры с помощью ансамбля рекуррентной и авторегрессионной нейронных сетей ..... 8

**Г.Х. Холбаев, Х.Т. Эгамбердиев, Ж.М. Кузиев, К.М. Махмудов**

Даты переходов средней температуры воздуха через различные градации на орошаемых районах Узбекистана ..... 19

**С.Т. Абдурахманов, М.Р. Кориев**

Оценка возможностей экономии оросительной воды и использования атмосферной влаги в аридных условиях ..... 31

## ГИДРОЛОГИЯ

**Б.Е. Аденбаев, Х.А. Баратов**

Изменение режима грунтовых вод Средне Зеравшанских оазисов под влиянием орошения ..... 43

**Б.Ф. Хикматов**

Методы расчета максимальных расходов воды рек и вопросы их усовершенствования ..... 54

**В.А. Рафиков**

Основные направления решения проблемы Аральского моря и Приаралья ..... 64

## МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**З.М. Убайдуллаева, Б.Э. Нишонов**

Исследование радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха в Республике Узбекистан ..... 74

**М.Н. Рахимова, Э.И. Чембарисов**

Загрязненность поверхностных вод рек среднего течения реки Сырдарья ..... 83

## ОБЗОРЫ

**И.А. Каримов, Б.Э. Нишонов, Л.Н. Гранкина, М.А. Плоцен**

Загрязнение атмосферного воздуха в Узбекистане в 2022 году ..... 91

## ХРОНИКА И ЮБИЛЕИ

Староватову Алеку Алексеевичу – 85 лет! ..... 98

Паку Александру Васильевичу – 70 лет! ..... 99

Имамжанову Хасану – 75 лет! ..... 100

Памяти Владимира Павловича Курбаткина (к 85-летию со дня рождения) ..... 102

## CONTENTS

## METEOROLOGY

**M.L. Arushanov, H.U. Umerov**

Long-term temperature forecast using ensemble of recurrent and autoregressive neural networks ..... 8

**G.Kh. Kholbaev, Kh.T. Egamberdiev, J.M. Kuziev, K.M. Makhmudov**

Transition dates of the average air temperature through different gradations in the irrigated areas of Uzbekistan ..... 19

**S.T. Abdurakhmanov, M.R. Koriyev**

Estimation of possibilities of saving irrigation water and use of atmospheric moisture in arid conditions ..... 31

## HYDROLOGY

**B.E. Adenbayev, Kh.A. Baratov**

Change in groundwater regime Middle Zeravshan oases under the influence of irrigation ..... 43

**B.F. Khikmatov**

Methods for calculation of maximum water discharge of rivers and their improvement issues ..... 54

**V.A. Rafikov**

Main directions for solving the problem of the Aral Sea and the Priaralye ..... 64

## ENVIRONMENTAL MONITORING

**Z.M. Ubaydullaeva, B.E. Nishonov**

Analysis of radioactive pollution of atmospheric air in the Republic of Uzbekistan ..... 74

**M.N. Rakhimova, E.I. Chembarisov**

Pollution of surface water in the middle current of the Syrdarya River ..... 83

## REVIEWS

**I.A. Karimov, B.E. Nishonov, A.N. Grankina, M.A. Plotsen**

Atmospheric air pollution in Uzbekistan in 2022 ..... 91

## CHRONICLE AND ANNIVERSARIES

Aleksandr Alekseevich Starovarov is 85 Years Old! ..... 98

Alexander Vasilyevich Pak is 70 Years Old! ..... 99

Khasan Imamjanov is 75 Years Old! ..... 100

In memory of Vladimir Pavlovich Kurbatkin (on the occasion of his 85<sup>th</sup> birthday) 102

**МЕТЕОРОЛОГИЯ / METEOROLOGY**

УДК 519.7:561.58

**ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ТЕМПЕРАТУРЫ С ПОМОЩЬЮ  
АНСАМБЛЯ РЕКУРРЕНТНОЙ И АВТОРЕГРЕССИОННОЙ  
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ****М.Л. АРУШАНОВ<sup>1\*</sup>, Х.У. УМЕРОВ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,  
miki-arushanov@rambler.ru

**Аннотация.** Прогнозирование является одним из важнейших элементов современных информационных технологий принятия решений в управлении. Эффективность того или иного решения оценивается по событиям, произошедшим постфактум. Поэтому прогностическая оценка того или иного события является определённым критерием принятия решения. Рассматриваемая модель сетей длинной кратковременной памяти (LSTM), предполагает зависимость текущего значения величины  $y(t)$ , как функции от некоторого набора векторов (предикторов) прошлых значений.

В данной статье решается задача прогноза приземной температуры по реконструированным, упорядоченным во времени данным, с использованием текущих данных приземной температуры воздуха. Оценивается влияние числа нейронов в скрытом слое на качество прогноза. Используется метод комбинированных (гибридных) моделей прогнозирования с применением ансамбля нейросетевых моделей.

Выполненные оценки разработанной прогностической модели приземной температуры воздуха оказались достаточно высокими, что позволяет использовать ансамбли нейросетевых моделей в оперативной работе гидрометеорологических служб в задаче долгосрочного прогноза приземной температуры воздуха.

**Ключевые слова:** модели прогнозирования, рекуррентные нейронные сети, нелинейные авторегрессионные нейронные сети, нейронные сети длинной кратковременной памяти, приземная температура, среднеквадратичная ошибка, ансамбли моделей.

**Постановка задачи.** В настоящей работе рассматривается задача прогноза временных рядов, описывающих динамику системы в будущем (прогноз) по данным временного ряда в прошлом. Задача ставится таким образом, что на основе реализаций  $\{y(1), \dots, y(N)\}$  выходных данных системы, необходимо спрогнозировать значения параметров  $y(N+1), \dots, y(N+H)$ , соответствующих будущим  $H$  шагам во времени, т.е.

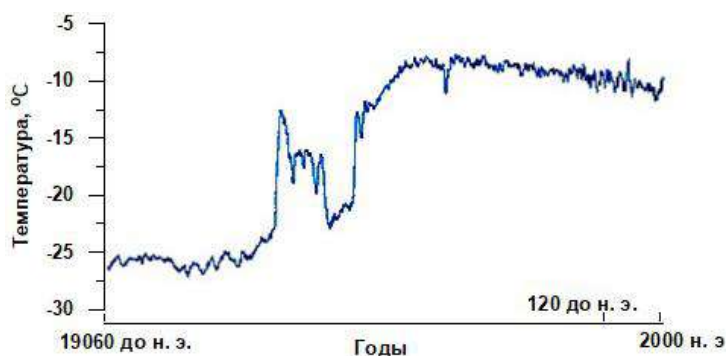
$$y(t) = f[y(t-1), y(t-2), \dots]. \quad (1)$$

В настоящее время существует множество моделей прогнозирования временных рядов: регрессионные и авторегрессионные модели, нейросетевые модели, модели экспоненциального сглаживания, модели на базе цепей Маркова, классификационные модели и др. [Ефименко, Сеница, эл. рес.; Медведев, Потемкин, 2001; Шагалова, Ляхманов, 2014].

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

Наиболее популярными и широко используемыми являются классы авторегрессионных и нейросетевых моделей [Медведев, Потемкин, 2001], поскольку, основываясь на алгоритмах машинного обучения и распознавания образов в больших объемах данных, нейронные сети демонстрируют более высокий потенциал для получения более точных прогнозов, чем традиционные статистические методы. В частности, с их помощью решается широкий круг проблем: построение моделей объектов при их сильной зашумленности и недостатке информации, распознавании образов, кластеризации, прогнозирования и т.д. Заметим, что в последнее время нейронные сети продемонстрировали впечатляющие результаты при решении прикладных задач анализа данных. Как и любой метод, искусственные нейронные сети имеют свои достоинства и недостатки. К главному достоинству нейронных сетей относится их способность эффективно строить нелинейные зависимости, точно описывающие исходные данные, не предполагая никаких ограничений на характер входной информации. Другими достоинствами являются: параллелизм, адаптивность, устойчивость к зашумлению в данных, проектирование комплексной единой системы (*end-to-end*). К недостаткам нейросетевых моделей можно отнести работу в режиме «черного ящика», т.е. отсутствие прозрачности при построении моделей и интерпретации результатов их работы. Также накладываются определённые условия на используемые векторы данных, такие как, например, недостаточность их длины или наоборот избыток. В первом случае ограниченность длины ряда может негативно проявиться на этапе обучения, во-втором случае размерность потенциальных входов может оказаться слишком велика. Поэтому для корректного построения модели на предварительном этапе необходимо выполнения следующих условий: данные должны быть тщательно выверенными (исключать ошибки в данных, пропуски во временном ряде и пр.); адекватно выбраны метрики качества модели; модель должна отвечать высокому уровню обобщения. Среди нейронных моделей, рекуррентные нейронные сети (*RNN*) являются одной из самых мощных моделей для обработки временных рядов [LSTM, эл. рес.].

**Используемые данные.** В работе рассматриваются временные ряды палеоклиматических реконструкций приземной температуры воздуха по данным анализа ледовых кернов в Гренландии [Hantemirov et al., 2022] за последние 22000 лет, полученные с дискретностью 20 лет. На рис. 1 приведен временной ход реконструированной температуры воздуха в Гренландии за период с 19060 г. до н.э. по 2020 г. н.э.



**Рис. 1. Динамика реконструированной по данным изотопов  $N_2$ ,  $Ar$  ледовых кернов приземной температуры в Гренландии за последние 22000 лет с дискретностью 20 лет**

**Fig. 1. Dynamics of surface temperature ice cores reconstructed from  $N_2$ ,  $Ar$  isotope data in Greenland over the past 22000 years with a resolution of 20 years**

**Метод решения задачи.** Нами рассматривается прогнозирование температур воздуха с помощью рекуррентной нейронной сети с долгой краткосрочной памятью с использованием в качестве предиктора данные о приземной температуре воздуха в прошлом. Это было обусловлено не только отсутствием экзогенных данных за рассматриваемый период, но и с целью проверки факта предсказуемости температуры воздуха без использования иных переменных при сильной дискретизации используемых данных.

Длинная кратковременная память (*LSTM*) – одна из самых успешных архитектур *RNN*. *LSTM* представляет собой ячейку памяти, вычислительную единицу, которая заменяет традиционные искусственные нейроны в скрытом слое сети. *RNN* с долгой краткосрочной памятью способны изменять вес лаговых переменных в зависимости от времени, тем самым, приспосабливаясь к изменениям весов тех или иных лагов с течением времени – оптимизация весовых коэффициентов. С помощью этих ячеек памяти сети способны эффективно связывать память и вводить удаленные данные во времени, следовательно, они выполняют функцию динамического понимания структуры данных с течением времени с высокой способностью предсказания.

**Реализация метода.** Сеть начинается со слоя ввода последовательности, за которым следует слой *LSTM*. Сеть заканчивается полностью подключенным слоем и выходным слоем коэффициентов регрессии. Упрощенная структура сети *LSTM* представлена на рис. 2.

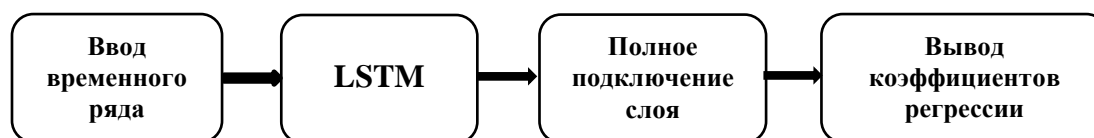


Рис. 2. Структура сети LSTM

Fig. 2. LSTM network structure

Представляет интерес оценки качества прогноза *RNN LSTM* относительно авторегрессионной нейронных сети и сети с временной задержкой предиктора. Целью работы является не только сравнение различных моделей, но и их совместное использование. Отметим, что в современном прогнозировании наблюдается тенденция применения комбинированных (гибридных) моделей прогнозирования. Применение такого ансамбля нейросетевых моделей совместно с предобработкой данных в задачах прогнозирования временных рядов позволят создать комплексный единый механизм построения итогового решения, а также справится с рядом проблем, связанных с прогнозированием временных рядов – зашумленность и нестационарность данных, сложность выявления скрытых паттернов в динамики процессов.

Подход подразумевает объединение или согласование результатов прогнозов от базовых алгоритмов индивидуальных моделей прогнозирования с помощью метода усреднения или взвешивания. Он связан с тем, что при прогнозировании временных рядов часто оказывается, что ни один из алгоритмов не обеспечивает желаемого качества восстановления зависимости. В данной работе при разработке гибридной нейросетевой модели для прогнозирования временных рядов рассматриваются методы искусственного интеллекта – рекуррентные нейронные сети (*LSTM*), динамические сети с обратной связью *Narnet* и сети с временной задержкой (*ANN*), как одни из самых популярных методов нейросетевого анализа данных.

Перейдем к собственно процедуре разработки модели. Обычно модели, основанные на машинном обучении, имеют особенность переобучаться на данных. Одним из способов борьбы с данной проблемой является разбиение всей доступной выборки данных на обучающей набор и тестовый (этап верификации). Такой подход позволяет оценивать качество модели на данных независимой выборки. Таким образом можно оценить прогностические качества модели с использованием фактических данных.

Расчет проводился в среде МАТЛАБ. Параметры модели: размер выборки – 1054×20 лет; размер обучающей выборки – 949×20 лет; размер тестовой выборки – 105×20 лет; горизонт прогнозирования – 50-130 лет.

В процессе моделирования были рассмотрены различные архитектуры сети, в итоге была выбрана следующая:

- 1 скрытый слой;
- 40 нейронов на скрытом слое;
- сеть держит в памяти 12 последних значений;
- для построения модели использовалось 240 эпох;
- минимизировалась средняя квадратичная ошибка модели.

Для прогнозирования значения будущих временных шагов последовательности, указываются ответы в виде обучающих последовательностей со значениями, сдвинутыми на один временной шаг. Чтобы сделать прогнозы для временного шага  $i$ , используется предсказанное значение для временного шага  $i-1$  в качестве ввода. Таким образом, на каждом временном шаге входной последовательности сеть *LSTM* обучается предсказывать значение следующего временного шага. Сетевая архитектура модели *LSTM* приведена на рис. 3.



Рис. 3. Визуализация сетевой архитектуры модели LSTM

Fig. 3. Visualization of the network architecture of the LSTM model

Анализ полученной сети глубокого обучения выполнялся с помощью функции МАТЛАБ «*analyzeNetwork*». Эта функция отображает интерактивную визуализацию сетевой архитектуры, обнаруживает невязки и проблемы с сетью и предоставляет подробную информацию об уровнях сети (рис. 4). На графике рис. 4 видно, что средний процент ошибки на верифицированных данных перестает уменьшаться уже после двухсотой эпохи. Далее может начинаться процесс переобучения модели, чего необходимо избегать.

Обнаруживаемые проблемы включают отсутствующие или отключенные слои, несоответствующие или неправильные размеры входных данных слоя, неправильное количество входных данных слоя и недопустимые структуры графа.

Нейронные сети чувствительны к нестандартизованным данным, поэтому при построении модели проводилась их стандартизация:

$$s_i = \frac{y_i - \bar{y}}{\delta} \quad (2)$$

где  $\delta = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$  – среднеквадратичное отклонение;  $\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n y_i$  – среднее (норма).

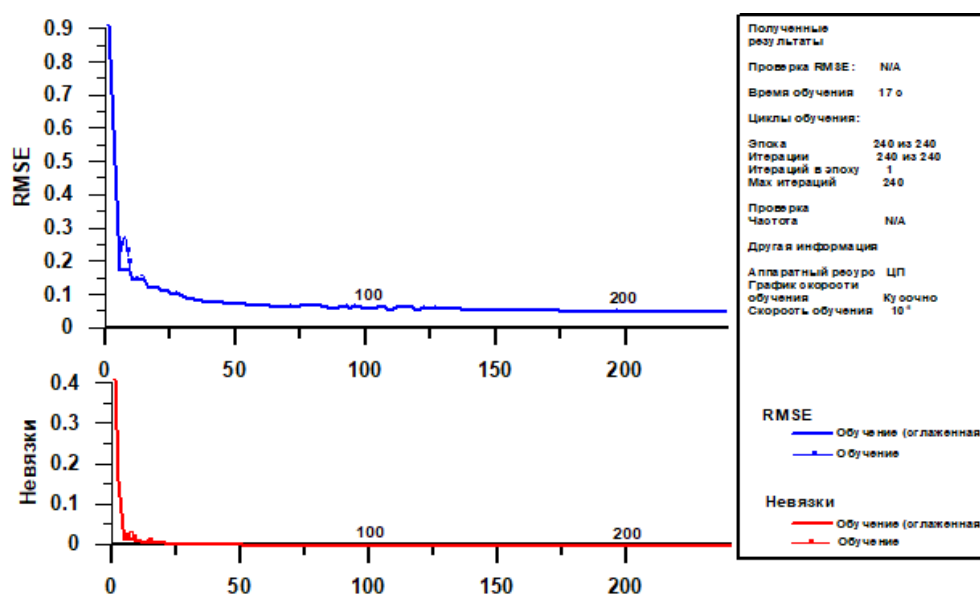


Рис 4. График итерационного обучения модели

Fig 4. Graph of iterative training of the model

По окончании расчетов проводилась натурализация для приведения данных в исходный масштаб:

$$y_i = \delta s_i + \bar{y} \quad (3)$$

Оценка точности прогнозирования производилась по среднеквадратичной ошибке MSE (*Mean Squared Error*):

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_i')^2}, \quad (4)$$

где  $Y'_i = \{Y'\}$  – вектор прогнозов, который генерируется из выборки  $n$  точек данных по всем переменным и  $Y_i = \{Y\}$  – является вектором наблюдаемых значений прогнозируемой переменной.

Среднеквадратичная ошибка прогноза на данных обучающей выборки для отклонений от нормы составила  $MSE=0,483^{\circ}C$ , на натурализованных данных –  $MSE=0,643^{\circ}C$ . На рис. 5 приведены результаты прогноза модели по данным на обучающей выборке.

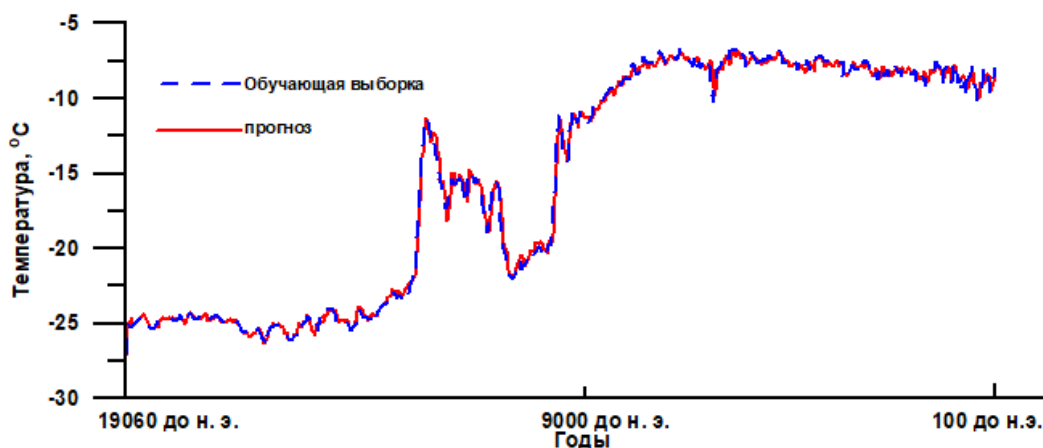


Рис. 5. Временной ход температуры и её прогноз (обучающая выборка)

Fig. 5. Time course of temperature and its forecast (training sample)

Далее полученная модель использовалась для прогнозирования на тестовых данных. Среднеквадратичная ошибка на тестовых данных составила  $0,5^{\circ}C$ . Результаты расчета представлены на рис. 6.

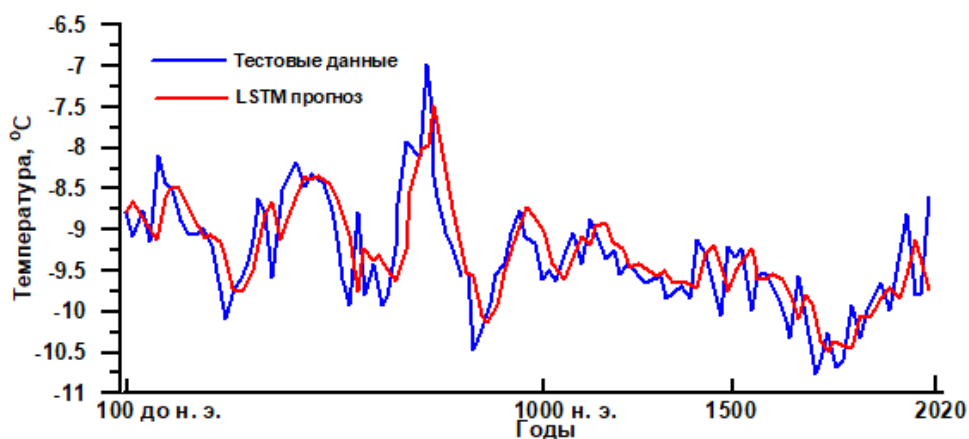


Рис. 6. Временной ход температуры и её прогноз (тестовая выборка)

Fig. 6. Time course of temperature and its forecast (test sample)

Структура формирования ошибок по шагам тестовой выборки показана на рис. 7.

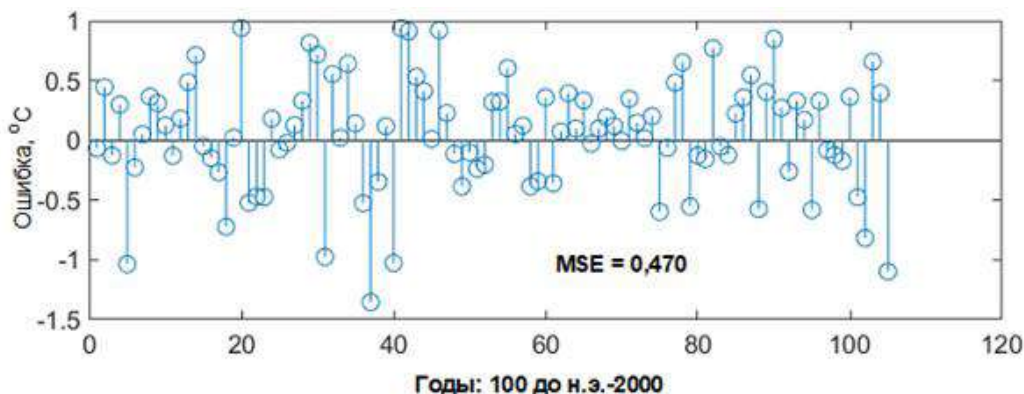


Рис. 7. Структура формирования ошибок модели LSTM-прогноза на тестовых данных

Fig. 7. The structure of the formation of errors in the LSTM forecast model on test data

Количество нейронов в скрытом слое подбиралась экспериментально. В табл. 1 представлены результаты экспериментов с их различными значениями. Наилучшие результаты были показаны при числе нейронов 40. Хотя следует отметить, что от 40 до 100 точность модели менялась незначительно, но при этом время расчета увеличивается с ростом числа нейронов.

Таблица 1

Зависимость точности LSTM моделей от числа нейронов в скрытом слое

Table 1

Dependence of the accuracy of LSTM models on the number of neurons in the hidden layer

Тип выборки	Число нейронов в скрытом слое						
	20	40	60	80	100	120	160
Обучающая	0,580	0,413	0,415	0,448	0,494	0,576	0,622
Тестовая	0,530	0,470	0,483	0,473	0,479	0,505	0,517

**Примечание:** Более высокие оценки по тестовой выборке относительно обучающей, по-видимому, объясняются различной длиной временных рядов.

**Note:** The higher test sample scores relative to the training sample seem to be due to the different lengths of the time series.

Для сравнения аналогичные нейросетевые модели строились на основе нелинейной авторегрессионной нейронной сети (*NarNET*) [Медведев, Потемкин, 2001] и искусственной нейронной сети с временной задержкой – *Artificial Neural Networks (ANN)* [Шагалова, Ляхманов, 2014]. Обе сети использовались с обратной связью. Структуры этих идентичных сетей приведена на рис. 8.

Параметры моделей: время задержки – 2; количество узлов скрытого слоя – 24.

Сеть *NarNet* определяет текущее значение в зависимости от количества прошлых значений  $k$ , а также по количеству узлов скрытого слоя. При прогнозировании сетью

NarNet необходимо сначала указать первые  $k$  значений в начальный момент прогноза, поскольку текущее значение определяется первыми  $k$  значениями. При пошаговом прогнозировании в качестве входных данных последовательно подаются последующие прогнозируемые значения.

Результаты сравнения полученных моделей при прогнозировании на тестовой выборке приведены на рис. 9. В табл. 2 приведены оценки прогнозов по моделям на тестовой выборке.

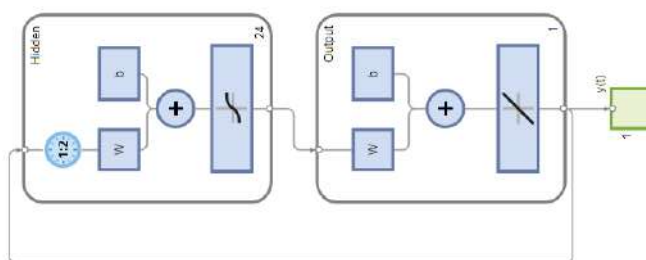


Рис. 8. Структура нелинейной нейронной сети с обратной связью

Fig. 8. Structure of a Nonlinear Neural Network with Feedback

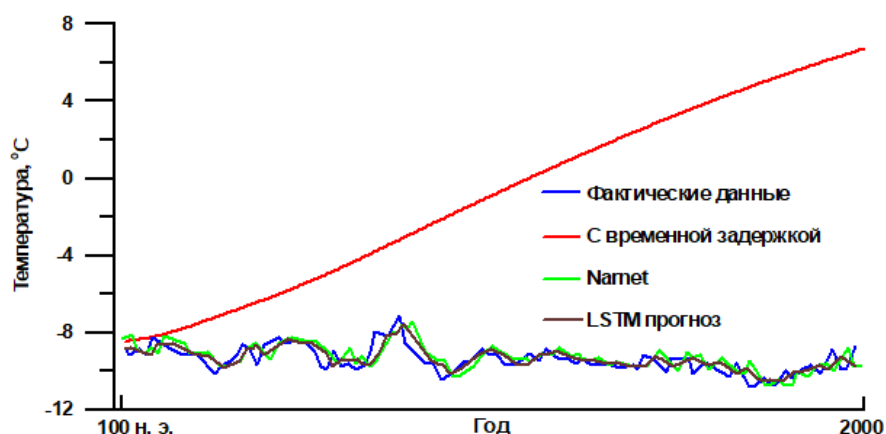


Рис. 9. Графическое сравнение моделей при прогнозировании на тестовой выборке

Fig. 9. Graphical comparison of models in forecasting on the test set

Оценки моделей прогноза

Таблица 2

Table 2

Forecast Model Estimates

№	Модель	Коэффициент корреляции	Время вычислений	MSE
1	ANN	-0,538	00:03:41	96,542
2	NarNET	0,709	00:00:15	0,272
3	LSTM	0,721	00:00:17	0,221

**Примечание:** корреляция рассчитывалась между модельными прогнозами и значениями тестовой выборки.

**Note:** the correlation was calculated between the model predictions and the values of the test sample.

Как следует из представленных оценок, рекуррентная нейронная сеть с долговременной краткосрочной памятью (*LSTM*) оказалась лучше других, рассмотренных в данной статье, а *ANN* – абсолютно неудовлетворительной, поэтому далее она не рассматривается. Вопреки ожиданиям модель *LSTM* оказалась ненамного точнее модели *NarNET*. Возможно, при построении многомерной модели прогноза разница будет заметнее.

Прогноз по ансамблю моделей строился в соответствии с выражением:

$$Y = \sum_{i=1}^M a_i Y_i, \quad (5)$$

где  $Y_i$  – выход  $i$ -й модели;  $M$  – количество моделей;  $a_i$  – весовой коэффициент вклада  $i$ -й модели в ансамбль, рассчитываемый по среднеквадратичной ошибки на тестовой выборке:

$$a_i = \frac{1}{MSE_i} \sum_{j=1}^M \frac{1}{MSE_j} \quad (6)$$

На рис. 10 приведен прогноз приземной температуры воздуха на период до 2130 года по модели *LSTM*, *NarNet* и гибридной модели (по ансамблю). В целом все три модели дают тенденцию к убыванию температуры в течении последующего столетия. Этот результат полностью совпадает с выводами, сделанными в цикле работ [Арушанов, 2012, 2014; Абдусаматов, 2002, 2004, 2009], в которых опровергаются пессимистические прогнозы экстремального потепления, выполненные на основе классических климатических моделей [Володин и др., 2010; Замолодчиков, 2016], оперирующие различными сценариями увеличения диоксида углерода в атмосфере.

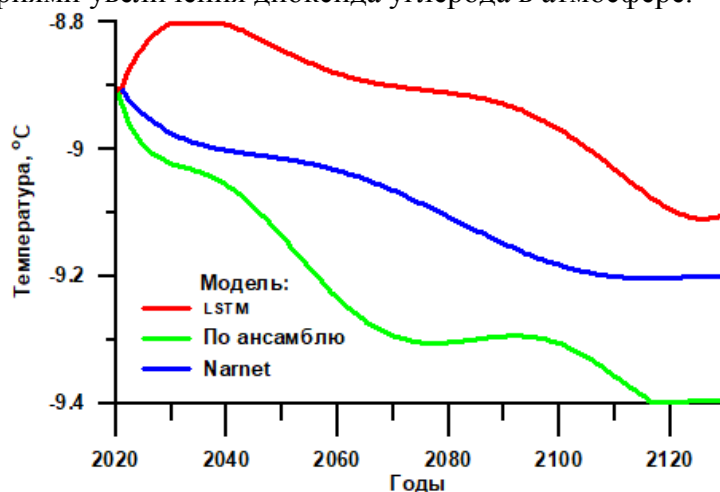


Рис. 10. Прогноз приземной температуры воздуха по отдельным моделям и гибридной модели

Fig. 10. Forecast of surface air temperature for individual models and hybrid model

**Выводы.** Численные эксперименты долгосрочного и сверхдолгосрочного прогноза температуры приземного воздуха на основе нейронных сетевых моделей показали, что в последних заложены большие потенциальные возможности улучшения долгосрочных

прогнозов погоды, что является одной из наиболее сложных проблем в метеорологии. В частности, результат прогноза на ближайшее столетие с тенденцией понижения температуры, еще раз показал, что катастрофические последствия глобального потепления, связанное с антропогенным загрязнением атмосферы углекислым газом – миф, выдуманный корпорациями, по наставлению которых исполняются политические партитуры.

**Вклад авторов. М.Л. Арушанов:** постановка задачи, анализ, редакция текста.  
**Х.У. Умеров:** разработка алгоритма нейросетевых моделей, программная реализация в оболочке МАТЛАБ, анализ. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи

## ЛИТЕРАТУРА

*Арушанов М.Л.* Предикторы погоды на длительные сроки. – Hamburg: Lambert Academic Publishing (LAP), 2014. – 139 с.

*Абдусаматов Х.И.* О долговременных скоординированных вариациях активности, радиуса, светимости Солнца и климата / Тр. межд. конф. «Солнечная активность и космические лучи после смены знака полярного магнитного поля Солнца». – С-Пб. – 2002. – С. 13-18.

*Абдусаматов Х.И.* Солнце определяет климат // Наука и жизнь. – 2009. №1. – С. 34-40.

*Володин Е.М., Дианский Н.А., Гусев А.В.* Воспроизведение современного климата с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана INMC 4.0 // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2010. Том 46, № 4. – С. 448-466.

*Замолодчиков Д.Г.* Прогноз роста глобальной температуры в XXI веке на основе простой статистической модели // Компьютерные исследования и моделирование. – 2016. Том 8, № 2. – С. 379-390.

*Медведев В.С., Потемкин В.Г.* Нейронные сети. МАТЛАБ 6. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ. – 2001. – 630 с.

*Шагалова П.А., Ляхманов Д.А.* Нейросетевые технологии в решении задач прогнозирования // Современные проблемы науки и образования. – 2014. № 6. – С. 6-13.

*Abdusamatov H.I.* About the long-term coordinated variations of the activity, radius, total irradiance of the Sun and the Earth's climatic / Proc. IAU Symposium №223. Cambridge: Univ. press. – 2004. – PP. 541-542.

*Arushanov M.L.* The natural reasons of change of a climate of a planet. – Hamburg: LAMBERT Academic Publishing (LAP), – 2012. – 170 p.

*Hantemirov R.M., Corona C., Guillet S., Shiyatov I S.G., Stoffel M., Osborn T.J., Melvin T.M., Gorlanova L.A. Kukarskih V.V., Surkov I A.Y., Arx G., Fonti P.* Current Siberian heating is unprecedented during the past seven millennia //Nature Communications,– 2022. №3. – PP. 3-10.

*Электронные ресурсы:*

*Ефименко Г.А., Синуца А.М.* Нейронные сети в MatLab. URL: <https://digiratory.ru/508>

LSTM – Long Short-Term Memory Networks. URL: <https://se.mathworks.com/help/deeplearning/ug/long-short-term-memory-networks.html>

## РЕКУРРЕНТ ВА АВТОРЕГРЕССИОН НЕЙРОН ТАРМОҚЛАРИ АНСАМБЛИДАН ФОЙДАЛАНИБ ХАВО ҲАРОРАТИНИ УЗОҚ МУДДАТЛИ ПРОГНОЗЛАШ

**М.Л. АРУШАНОВ<sup>1</sup>, Х.У. УМЕРОВ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, [mikl-arushanov@rambler.ru](mailto:mikl-arushanov@rambler.ru)

**Аннотация.** Прогнозлаш бошқарувда қарор қабул қилиш учун замонавий ахборот технологияларининг энг муҳим элементларидан биридир. Қарорнинг самарадорлиги ҳақиқатдан

кейин содир бўлган воқеалар билан баҳоланади. Шунинг учун воқеани прогностик баҳолаш қарор қабул қилишининг маълум бир мезони ҳисобланади. Кўриб чиқиладиган қисқа муддатли катта хотира модели (LSTM)  $y(t)$  қийматига боғлиқ ҳолда ўтган қийматларнинг маълум векторлари (прогноз қилувчилари) тўпламига боғлиқлигини назарда тутади.

Ушбу мақола реконструкция қилинган, вақт бўйича тартибланган ер усти ҳаво ҳарорати маълумотларидан фойдаланиб, уни прогноз қилиш муаммосини ҳал қилади. Яширин қатламдаги нейронлар сонининг прогноз сифатига таъсири баҳоланган. Нейрон тармоқ моделлари ансамблидан фойдаланган ҳолда бирлаштирилган (гибрид) моделлар ёрдамида прогнозлаш усули қўлланилган.

Ер усти ҳаво ҳарорати учун ишлаб чиқилган прогностик моделнинг баҳолари анча юқори бўлиб чиқди, бу эса гидрометеорология хизматларининг оператив фаолиятида узоқ муддатли прогнозлаш масаласида нейрон тармоқ моделлари ансамблларида фойдаланиш имконини беради.

**Калит сўзлар:** прогнозлаш моделлари, рекуррент нейрон тармоқлар, ночизиқли авторегрессив нейрон тармоқлар, қисқа муддатли катта хотира нейрон тармоқлар, ер усти ҳарорати, ўртача квадрат хато, моделлар ансамбллари.

## LONG-TERM TEMPERATURE FORECAST USING ENSEMBLE OF RECURRENT AND AUTOREGRESSIVE NEURAL NETWORKS

M.L. ARUSHANOV<sup>1</sup>, H.U. UMEROV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, mikl-arushanov@rambler.ru

**Abstract.** Forecasting is one of the most important elements of modern information technologies for decision-making in management. The effectiveness of a decision is evaluated by the events that occurred after the fact. Therefore, the prognostic assessment of an event is a certain decision-making criterion. The long-term short-term memory model (LSTM) under consideration assumes the dependence of the current value of  $y(t)$  as a function of a certain set of vectors (predictors) of past values.

This article solves the problem of surface temperature forecasting from reconstructed, time-ordered data, using current data on surface air temperature. The influence of the number of neurons in the hidden layer on the quality of the forecast is estimated. The method of combined (hybrid) forecasting models using an ensemble of neural network models is used.

The estimates of the developed prognostic model of surface air temperature turned out to be quite high, which makes it possible to use ensembles of neural network models in the operational work of hydrometeorological services in the problem of long-term forecasting of surface air temperature.

**Keywords:** forecasting models, recurrent neural networks, non-linear autoregressive neural networks, neural networks with long short-term memory, surface temperature, root mean square error, ensembles of models.

## REFERENCES

- Arushanov M.L. Predictor pogody na dlitelnye sroki [Weather forecasters for long periods]. – Hamburg: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 139 p. (in Russian)
- Abdusamatov Kh.I. O dolgovremennykh skoordinirovannykh variatsiyah aktivnosti, radiusa, svetimosti Solnsa i klimata [On long-term coordinated variations in activity, radius, solar luminosity, and climate] / Tr. intl. conf. «Solar activity and cosmic rays after the sign change of the polar magnetic field of the Sun». – S-Pb. – 2002. – S. 13-18. (in Russian)
- Abdusamatov Kh.I. Solnce opredelyaet klimat [The sun determines the climate] // Nauka i Jizn. – 2009. No 1. – S. 34-40. (in Russian)
- Volodin E.M., Diansky N.A., Gusev A.V. Vosproizvedenie sovremennogo klimata s pomoshyu modeley obshey sirkulyatsii atmosfery i okeana [Reproduction of the modern climate using INMC 4.0

general circulation models of the atmosphere and ocean] // Izvestiya RAN. Fizika Atmosfery i okeana. – 2010. Tom 46, No. 4. – S. 448-466. (in Russian)

Zamolodchikov D.G. Prognoz rosta globalnoi temperatury v XXI veke na osnove prostoї statisticheskoi modeli [Forecast of global temperature growth in the 21st century based on a simple statistical model] // Kompyuternye issledovaniya i modelirovaniya.– 2016. Tom 8, No. 2. – S. 379–390. (in Russian)

Medvedev V.S., Potemkin V.G. Neironnye seti v MATLAB 6 [Neural networks. MATLAB 6]. – M.: DIALOG-MIFI. – 2001. – 630 s. (in Russian)

Shagalova P.A., Lyakhmanov D.A. Neyrosetevie tehnologii v reshenii zadach prognozirovaniya [Neural network technologies in solving forecasting problems] // Sovremennye problemi v nauke i obrazovanii. – 2014. No. 6. – S. 6-13. (in Russian)

*Electronic resources:*

Ефименко Г.А., Сеница А.М. Нейронные сети в MatLab [Neural network in MatLab]. URL: <https://digiratory.ru/508>

LSTM – Long Short-Term Memory Networks. URL: <https://se.mathworks.com/help/deeplearning/ug/long-short-term-memory-networks.html>

УДК 630:551.58+633.18

## ЎЗБЕКИСТОННИНГ СУҒОРИЛАДИГАН ҲУДУДЛАРИДА ЎРТАЧА ҲАВО ҲАРОРАТИНИНГ ТУРЛИ ДАРАЖАЛАРДАН ЎТИШИ

Г.Х. ХОЛБАЕВ<sup>1\*</sup>, Х.Т. ЭГАМБЕРДИЕВ<sup>1</sup>, Ж.М. ҚЎЗИЕВ<sup>2</sup>, Қ.М. МАХМУДОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, khgulmon@mail.ru

<sup>2</sup> Тупроқшунослик ва агрокимё илмий тадқиқот институти

**Аннотация:** Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида 1991-2020 йй. даврида ўртача ҳаво ҳароратининг турли даражалардан ўтиши саналари аниқланган. Куз ва баҳорда ҳаво ҳароратининг турли даражалардан ўтиши I-минтақада II-IV-минтақаларга нисбатан баҳорда кечроқ, кузда эса эртароқ кузатилади. II-III-минтақаларда (Тошкент вилоятидан ташқари) куз ва баҳорда ҳаво ҳароратининг 0,0°C дан турғун ўтиши кузатилмайди. Ушбу маълумотлардан қишлоқ хўжалиги ўсимликларининг вегетация даври давомийлигини аниқлаш, агротехник тадбирларни ўтказиш ҳамда қишлоқ хўжалигига агрометеорологик хизмат кўрсатишида фойдаланиш мумкин.

**Калит сўзлар:** радиация, иқлимий давр, куз, баҳор, буғдой, ҳарорат, ҳарорат даражалари.

**Кириш.** Буғдой энг кўп тарқалган асосий донли экинлардан бири ҳисобланади. Бутун дунё халқларининг ярмидан кўпроғи озиқ-овқат сифатида буғдой нонидан фойдаланади. Буғдой нонининг таркибида оксил ва крахмал кўп. Оксил моддалар, асосан, клейковина таркибида бўлганлиги учун буғдой унидан сифатли нон тайёрланади. Ҳар бир мустақил давлатнинг, шу жумладан, Ўзбекистон агросаноат комплексининг асосий вазифаси – республикамизни озиқ-овқат ва қишлоқ хўжалик маҳсулотлари билан тўла таъминлашдир [Группер, 1998; Абдуллаев ва бошқ., 2003, 2005, 2006; Холбаев ва бошқ., 2003, 2020, 2022; Курбанов ва бошқ., 1999].

Маълумки, республикамизнинг турли районларининг иқлим шароитларини ҳар томонлама ҳисобга олиб ундан оқилона фойдаланганда ишлаб чиқариладиган қишлоқ

\* Масъул муаллиф: khgulmon@mail.ru, +998 90 178-65-07

хўжалик маҳсулоти кўлами ва турларини ошириш ҳамда уларнинг сифатини яхшилаш мумкин. Шунинг учун, албатта, Ўзбекистон иқлими ҳақида аниқ тушунчаларга эга бўлиш зарурдир. Иқлим шароитини ҳисобга олиш қишлоқ хўжалигида катта амалий аҳамиятга эга. Қишлоқ хўжалик ўсимликларини жойлаштириш чегараси, уларнинг маҳсулдорлиги маълум даражада иқлим шароитига боғлиқ. Иқлим шароитларини ҳисобга олиш қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш, янги ерларни ўзлаштириш, қишлоқ хўжалик ўсимликларини ҳудуд бўйича жойлаштириш ва янги районларга кўчириш, ҳосилдорликни оширишга қаратилган агротехник ва мелиоратив тадбирлар тизимини ишлаб чиқиш, ўсимликларни янги навини етиштириш каби ишларни тўла амалга оширишдаги омиллардан энг аҳамиятлиси бўлиб хизмат қилади. Йиллараро ва йил давомида ўзгарувчан иқлим шароитларидан келиб чиқувчи қурғоқчилик, иссиқлик ва ёруғликнинг мўл кўлами, континенталлик Ўзбекистон иқлимнинг хусусиятларини белгилайди [Бабушкин ва бошқ., 1985; Группер 1998; Муминов, Абдуллаев, 1997; Чуб, 2007; Холбаев ва бошқ., 2015].

Ўзбекистон иқлимнинг ўзига хос хусусияти ҳудуднинг табиий намгарчилик режимига боғлиқ бўлган қурғоқчилигидир. Намгарчилик режимининг шаклланишида атмосфера ёғинлари салмоқли ўринга эга. Текисликларда ёғинларнинг ўртача йиллик миқдори 80-200 мм (масалан, Урганчда 80 мм), тоғ олди районларида ёғинлар миқдори орта боради ва 400-500 мм ва тоғларнинг шимол томонга қараган ёнбағрида ундан кўпроққа – 2000 мм га етади. Йиллик ёғиннинг кўпроқ қисми (30-50%) баҳорга, 30-35% қишга ва 15-20% кузга тўғри келади. Ёз ойларида ёғингарчилик ўрта ҳисобда жуда кам бўлади ва йиллик ёғиннинг 5-10% ини, жанубий районларда 2-3% ини ташкил этади. Ёғинларнинг фасллар бўйича нотекис тақсимланиши совуқ мавсумларда циклоник фаолиятнинг жадал ривожланиши (айниқса, энг кўп ёғингарчилик ойлари март, апрелда) ва ёзда термик депрессиянинг вужудга келиши билан боғлиқ. Ёғинлар миқдори йилдан йилга ўзгарувчан бўлади. Айрим йиллари ёғин миқдори ўртача кўп йиллик ёғинлар миқдорига нисбатан 1,5-2,0 марта кўпроқ, қурғоқчилик йилларида 3-4 марта кам бўлади. Ёғингарчиликнинг ўзгарувчанлиги аниқса қуруқ иссиқ ойларида кўзга яққол ташланади: айрим йиллари ёзда ёғингарчилик бутунлай бўлмайди, айрим йиллари эса бир неча кун ичида ёғин бир ойлик миқдорга тенг бўлиши ва ундан ошиб кетиши ҳам мумкин [Бабушкин ва бошқ., 1985; Группер 1998; Муминов, Абдуллаев, 1997; Чуб, 2007; Холбаев, Абдуллаев, 2017].

Ўзбекистон вилоятлари табиий географик ва тупроқ-иқлим шароитлари билан бир-бирларидан фарқланади, лекин ҳар бир вилоят ўз навбатида бир хил табиий шароитли туманлардан ташкил топмаган. Шунинг учун ҳар бир туманда экиладиган ўсимлик навларини, уларнинг ташқи муҳитга бўлган биологик талаблари шу жойнинг тупроқ-иқлим шароитига мос келишига қараб танлаш амалиётда кенг қўлланилади. Ўсимлик уруғларини сепиш, экиш ва сабзаёт кўчатларини ерга қадаш муддатларини мақбул кунларини белгилаш аввало тупроқ ва ҳаво ҳароратини ҳар бир ўсимлик ривожини учун етарли даражада бўлишига қараб аниқланади.

Ўзбекистонда қишлоқ хўжалиги экинлари (ғўза, донли экинлар) ўзининг ўсиши ва ривожланиши жараёнида тупроқ-иқлим шароити ва уни ўраб турган муҳитнинг турли омиллари таъсирига тушиб унади, ўсади ва ривожланади, улардан асосийлари – ҳаво ҳарорати, ёғингарчилик, радиация ва бошқалар. Ушбу кўрсаткичлар экилган экиннинг ривожланиш чегаралари ва даврида максимал ҳосил олишга имкониятини пасайтиради. Биз ушбу омиллардан фойдаланиш учун энг аввало экиш муддатларига алоҳида аҳамият беришимиз зарур, сўнгра ўсимликка омиллар қандай таъсир кўрсатишини тушуниб ва ҳар бир ҳудудда экишни оптимал таъминланганлик муддатини аниқлаш зарур бўлади. Ҳаво,

тупроқ ҳарорати ва қуёш радиациясининг турли даврларда ўзгариши бўйича хорижда [Bannani et al., 2006; Codato et al., 2008; Kousari, Zarch, 2011; Zhang et al., 2013; Xiao et al., 2020; Akdi, Ünlü, 2021; Olseth, Skartveit, 2001; Stanhill, Cohen, 2005; Wu et al., 2012; Micu et al., 2021; Audia et al., 2021; Моисейчик, 1975] ва Ўзбекистонда эса ушбу катталикларнинг ўзгаришини ўрганишга қаратилган тадқиқотлар бир қатор олимлар [Кратенко, Абдуллаев, 2008; Арипджанова ва бошқ., 2021; Группер, 1998; Холбаев ва бошқ., 2003, 2015, 2016, 2020, 2022; Холбаев, Эгамбердиев, 2017; Султашова, 2008; Эгамбердиев ва бошқ., 2019; Қозоқбоева ва бошқ. 2021; Abdullayev va boshq., 2013; Xolbayev, 2015; Kholbaev, Abdullaev, 2020; Kholbaev, Khodjaeva, 2020; Kholbaev et al., 2020, 2022] томонидан амалга оширилган. Бироқ, юқорида келтирилган тадқиқотлар маълум бир йўналишда амалга оширилган бўлиб, уларда эришилган натижалар, уларнинг таҳлиллари асосида олинган илмий-амалий хулосалар шу тадқиқотлар доирасига мос бўлган.

Ўзбекистонда буғдой ўсимлиги уруғининг ривожланиши учун ўртача кунлик ҳаво ҳарорати камида 2,5-3,0°C бўлиши талаб қилинади, ҳарорат 3°C дан ошгандан кейин униб чиқа бошлайди. Амал даврида буғдойнинг иссиқликка бўлган талаби ўзгариб туради. Буғдой уруғи ҳаво ҳарорати 1-2°C да униб чиқишни бошлайди ва ҳароратнинг кўтарилиши билан униб чиқиш тезлашади. Кузги буғдой 4,4°C ҳароратда 6-куни униб чиқади, 10,2°C да 3 кунда, 15°C да 2 кунда униб чиқади. Баҳорги буғдой 5°C ҳароратда 20-куни, 8°C да 13-куни, 15°C да 7-куни униб чиқа бошлайди. Униб чиқиш ва тупланиш даврида 12-14°C, доннинг тўлишиш даврида 22-25°C ҳарорат макбул ҳисобланади. Ҳар бир ўсимлик етарли нам билан таъминланганда ривожланиш паллаларини босиб ўтиши учун маълум фойдали ҳарорат йиғиндисини талаб қилади. Илмий маълумотлар бўйича амал даврида кузги буғдой 1800-2100°C, баҳорги буғдой эса 1100-1300°C ҳарорат қабул қилади. Қишга тайёрлаш учун имкон қадар кундуз куни қуруқ ҳаво 10-12°C ҳарорат, кечаси ҳароратнинг 0°C гача бўлиши яхши бўлади. Баҳорда буғдой яхши ўсади ва 12-15°C да амал олади. Найчалаш даврида 15-16°C талаб қилинади, бошоқлаш ва гуллаш даврида 18-20°C ҳарорат етарли бўлади. Буғдой 40-42°C гача иссиқ ҳавога чидайдди. Бу шароитларда коникарли равишда чангланади. Пишиш даврида макбул ҳарорат 22-30°C ҳисобланади. Кузги буғдой жуда совуқликка чидамли, қорнинг қалинлиги 20 см бўлганда қарийб – 20-30°C совуққа ҳам чидамли. Ўзбекистонда доимо қор қалинлиги етарли эмас, шунинг учун буғдой -10°C совуқликка чидайдди. Лекин, гуллаш ва донининг тўлишиши даврида -1-2°C совуқ бўлса ҳам шикастланади. [Моисейчик, 1975; Группер, 1998; Курбанов ва бошқ., 1999].

**Ишнинг мақсади** суғориладиган ҳудудларда жойлашган метеорология станцияларида жорий иқлимий даврда (1991-2020 йй.) кузда ва баҳорда ўртача ҳаво ҳароратининг турли даражадан ўтишини ҳисоблаш бўлиб, ушбу мақсадни амалга ошириш учун қуйидаги **вазифалар қўйилган:**

- кўпйиллик архив маълумотларни шакллантириш;
- статистик таҳлиллар асосида ўртача ҳаво ҳароратининг турли даражадан ўтиш саналарини аниқлаш.

Мазкур ишнинг **тадқиқот объекти** сифатида Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида жойлашган метеорология станциялари танланган. **Тадқиқот предмети** – метеорология станциялари маълумоти бўйича ўртача ҳаво ҳароратининг кузда ва баҳорда турли даражадан ўтиш саналари ҳисобланади.

**Бошланғич маълумотлар ва тадқиқот усуллари.** Ишда 1991-2020 йиллар давомида ўртача ҳаво ҳарорати тўғрисидаги маълумотлар йўриқномага

[Гидрометеорологик..., 2009] мос ҳолда олиб борилган ва Ўзгидромет архив фондидаги ТМ-1 жадвалларидан олинган.

Тадқиқотни олиб боришда республикамизнинг турли минтақаларида жойлашган вилоятларнинг суғориладиган ҳудудларидаги метеорология станциялари танлаб олинган (1-жадвал). Ушбу минтақаларда жойлашган станцияларнинг денгиз сатҳига нисбатан баландлиги куйидагича: I-минтақа – 59,7-113,8 м, II-минтақа – 311,2-840,0 м, III-минтақа – 196,8-736,9 м, IV-минтақа – 399,2-751,1 м.

*1-жадвал*

### Турли минтақалардаги метеорология станциялари

*1-жадвал*

### Метеорологические станции в разных регионах

*Table 1жадвал*

### Meteorological stations in different regions

Минтақалар			
I	II	III	IV
Хоразм вилояти (Хива, Урганч, Туямўйин)	Сурхондарё вилояти (Термиз, Шеробод, Шўрчи, Денов)	Бухоро вилояти (Қоракўл, Бухоро)	Андижон вилояти (Улуғнор, Қўрғонтепа, Андижон, Бўз)
Қорақалпоғистон Республикаси (Тахтақўпир, Қўнғирот, Чимбой, Тахиатош)	Қашқадарё вилояти (Муборак, Қарши, Ғузор, Шахрисабз, Дехқонобод)	Навоий вилояти (Навоий)	Наманган вилояти (Поп, Наманган)
		Самарқанд вилояти (Пайшанба, Дахбет, Самарқанд, Қўшработ)	Фарғона вилояти (Қўқон, Кува, Фарғона)
		Жиззах вилояти (Дўстлик, Жиззах)	
		Сирдарё вилояти (Сирдарё, Янгиер)	
		Тошкент вилояти (Янгийўл, Кўкорол, Далварзин, Туябўғиз, Бекобод)	

**Тадқиқот услубияти.** Ишни бажаришда манбаларда [Уланова, Забелин, 1990; Абдуллаев ва бошқ., 2009; Руководящие..., 2017] келтирилган ва уларда қўлланилган усуллардан фойдаланилди.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Қишлоқ хўжалиги экинлари экиладиган ҳудудларнинг агрометеорологик шароитлари ҳақидаги маълумотлар келажакда истиқболли йўналишларни ривожлантириш учун асос бўлиб хизмат қилади. Ҳаттоки, умумлаштирилган маълумотлар ҳам мутахассислар учун муҳим бўлиб, у хорижий тажрибани ҳисобга олган ҳолда, Ўзбекистонда донли экинлар экиш билан шуғулланувчи хўжаликларни ривожлантириш масалаларини ўрганишга хизмат қилиши мумкин.

2- ва 3-жадвалларда республикамизнинг барча вилоятларида жойлашган таянч метеорология станцияларининг кўп йиллик (1991-2020 йй.) маълумотлари асосида

хисобланган ўртача кунлик ҳаво ҳароратининг кузда 25°, 20°, 15°, 10°, 5°, 3° ва 0°C ва баҳорда 0°, 3°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°C дан турғун ўтишининг кўп йиллик ўртача саналари келтирилган.

2-жадвалда келтирилганидек, кузда ўртача ҳаво ҳароратининг 25° ва 3,0°C даражадан ўтиши минтақалар бўйича қуйидаги ораликда тебраниб туради: 25°C дан турғун ўтиши I, III ва IV-минтақаларда – август ойининг учинчи беш кунлигида, II-минтақа – сентябрь ойининг биринчи беш кунлигида; 3,0°C дан турғун ўтиши I-минтақада – ноябрь ойининг тўртинчи-бешинчи бешкунликлари, II-минтақада – январь ойининг биринчи бешкунлиги, III-минтақада – декабрь ойининг учинчи ўнқунлиги, IV-минтақада – ноябрь ойининг олтинчи беш кунлиги-декабрь ойининг биринчи бешкунлиги.

*2-жадвал*

**Кузда ўртача кунлик ҳаво ҳароратининг 25°, 20°, 15°, 10°, 5°, 3° ва 0°C дан турғун ўтишининг кўп йиллик ўртача саналари (1991-2020 йй.)**

*Таблица 2*

**Средние многолетние даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха осенью от 25°, 20°, 15°, 10°, 5°, 3° и 0°C (1991-2020 гг.)**

*Table 2*

**Average long-term dates of stable transition of the average daily air temperature in autumn from 25°, 20°, 15°, 10°, 5°, 3° and 0°C (1991-2020)**

Вилоят, станция	Турли даражадан ўтиш санаси						
	25°C	20°C	15°C	10°C	5°C	3°C	0°C
<b>Қорақалпоғистон</b>							
Тахтақўпир	23.VIII	11.IX	25.IX	22.X	10.XI	14.XI	25.XI
Қўнғирот	22.VIII	12.IX	1.X	21.X	8.XI	14.XI	24.XI
Чимбой	22.VIII	10.IX	1.X	21.X	8.XI	14.XI	26.XI
Нукус	26.VIII	17.IX	3.X	24.X	12.XI	16.XI	29.XI
Тахиятош	26.VIII	16.IX	3.X	27.X	13.XI	20.XI	30.XI
<b>Хоразм</b>							
Хива	26.VIII	16.IX	4.X	3.XI	15.XI	24.XI	12.XII
Урганч	23.VIII	13.IX	3.X	25.X	13.XI	20.XI	10.XII
Туямўйин	28.VIII	20.IX	6.X	3.XI	16.XI	25.XI	3.I
<b>Сурхондарё</b>							
Термиз	6.IX	4.X	22.X	17.XI	27.XII	-	-
Шеробод	15.IX	7.X	3.XI	25.XI	12.I	-	-
Шўрчи	31.VIII	28.IX	20.X	16.XI	27.XII	-	-
Денов	4.IX	3.X	31.X	21.XI	10.I	-	-
<b>Қашқадарё</b>							
Муборак	11.IX	29.IX	17.X	13.XI	30.XI	3.I	-
Қарши	4.IX	27.IX	18.X	13.XI	4.XII	11.I	-
Ғузор	10.IX	2.X	31.X	20.XI	8.I	12.I	-
Шаҳрисабз	2.IX	29.IX	13.X	14.XI	15.XII	12.I	-
Дехқобод	1.IX	25.IX	16.X	14.XI	27.XII	12.I	-
<b>Бухоро</b>							
Қорақўл	1.IX	22.IX	12.X	9.XI	30.XI	23.XII	-
Бухоро	2.IX	21.IX	10.X	8.XI	27.XI	11.XII	-
<b>Навоий</b>							
Навоий	29.VIII	19.IX	12.X	8.XI	30.XI	6.I	-
<b>Самарқанд</b>							
Пайшанба	22.VIII	18.IX	6.X	6.XI	30.XI	27.XII	-
Даҳбет	17.VIII	17.IX	6.X	8.XI	30.XI	27.XII	-
Самарқанд	21.VIII	18.IX	9.X	6.XI	1.XII	3.I	-

## 2-жадвалнинг давоми

Кўшработ	24.VIII	13.IX	5.X	3.XI	23.XI	21.XII	9.I
<b>Жиззах</b>							
Дўстлик	25.VIII	20.IX	10.X	8.XI	29.XI	10.XII	-
Жиззах	26.VIII	20.IX	7.X	8.XI	30.XI	19.XII	-
<b>Сирдарё</b>							
Сирдарё	23.VIII	17.IX	7.X	5.XI	21.XI	1.XII	6.I
Янгиер	27.VIII	21.IX	11.X	9.XI	30.XI	30.XII	-
<b>Тошкент</b>							
Далварзин	23.VIII	19.IX	8.X	8.XI	26.XI	2.I	-
Бекобод	27.VIII	19.IX	6.X	8.XI	30.XI	2.I	-
Кўкорол	7.VIII	5.IX	5.X	5.XI	21.XI	1.XII	4.I
Янгийўл	25.VIII	19.IX	6.X	5.XI	24.XI	3.XII	-
Туябўғиз	26.VIII	5.X	12.X	8.XI	26.XI	13.XII	-
<b>Андижон</b>							
Улуғнор	24.VIII	18.IX	7.X	4.XI	22.XI	27.XI	1.I
Бўз	24.VIII	21.IX	9.X	5.XI	22.XI	1.XII	1.I
Андижон	25.VIII	21.IX	8.X	5.XI	23.XI	2.XII	8.I
Кўрғонтепа	7.VIII	14.IX	6.X	3.XI	20.XI	27.XI	19.XII
<b>Наманган</b>							
Поп	28.VIII	27.IX	13.X	8.XI	25.XI	5.XII	12.I
Наманган	28.VIII	27.IX	13.X	7.XI	26.XI	5.XII	10.I
<b>Фарғона</b>							
Кўқон	29.VIII	22.IX	8.X	7.XI	24.XI	3.XII	9.I
Кува	22.VIII	19.IX	8.X	5.XI	23.XI	3.XII	10.I
Фарғона	26.VIII	21.IX	8.X	7.XI	24.XI	4.XII	11.I

## 3-жадвал

Баҳорда ўртача кунлик ҳаво ҳароратининг 0°, 3°, 5°, 10°, 15°, 20° ва 25° С дан турғун ўтишининг кўп йиллик ўртача саналари (1991-2020 йй.)

Таблица 3

Средние многолетние даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха весной от 0°, 3°, 5°, 10°, 15°, 20° и 25°C (1991-2020 гг.)

Table 3

Average long-term dates of stable transition of the average daily air temperature in spring from 0°, 3°, 5°, 10°, 15°, 20° and 25°C (1991-2020)

Вилоят, станция	Турли даражадан ўтиш санаси						
	0°C	3°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C
<b>Қорақалпоғистон</b>							
Тахтакўпир	1.III	6.III	20.III	2.IV	16.IV	6.V	5.VI
Кўнғирот	28.II	7.III	19.III	4.IV	17.IV	7.V	6.VI
Чимбой	26.II	5.III	19.III	3.IV	17.IV	8.V	10.VI
Нукус	27.II	4.III	15.III	2.IV	16.IV	8.V	27.V
Тахиятош	19.II	3.III	14.III	29.III	9.IV	5.V	30.V
<b>Хоразм</b>							
Хива	17.II	28.II	4.III	23.III	8.IV	3.V	28.V
Урганч	18.II	1.III	5.III	25.III	7.IV	5.V	22.V
Туямўйин	16.II	27.II	4.III	23.III	7.IV	4.V	29.V
<b>Сурхондарё</b>							
Термиз	-	-	27.I	4.III	31.III	16.IV	12.V
Шеробод	-	-	16.I	1.III	22.III	16.IV	12.V
Шўрчи	-	-	8.II	5.III	20.III	30.IV	28.V
Денов	-	-	25.I	5.III	6.IV	29.IV	26.V

## 3-жадвалнинг давоми

<b>Қашқадарё</b>							
Муборак	-	27.I	17.II	13.III	6.IV	22.IV	26.V
Қарши	-	26.I	15.II	14.III	7.IV	29.IV	27.V
Ғузор	-	20.I	10.II	14.III	6.IV	30.IV	27.V
Шаҳрисабз	-	21.I	19.II	14.III	7.IV	4.V	31.V
Дехқонобод	-	25.I	21.II	22.III	9.IV	13.V	7.VI
<b>Бухоро</b>							
Қоракўл	-	30.I	20.II	21.III	6.IV	1.V	27.V
Бухоро	-	10.II	21.II	20.III	6.IV	30.IV	27.V
<b>Навоий</b>							
Навоий	-	26.I	20.II	20.III	8.IV	3.V	29.V
<b>Самарқанд</b>							
Пайшанба	-	15.II	22.II	22.III	8.IV	9.V	4.VI
Даҳбет	-	10.II	26.II	23.III	11.IV	18.V	16.VI
Самарқанд	-	14.II	23.II	22.III	8.IV	14.V	16.VI
Қўшрабат	28.I	22.II	3.III	26.III	17.IV	24.V	17.VI
<b>Жиззах</b>							
Дўстлик	-	20.II	25.II	21.III	9.IV	3.V	4.VI
Жиззах	-	19.II	23.II	21.III	9.IV	5.V	3.VI
<b>Сирдарё</b>							
Сирдарё	-	20.II	27.II	21.III	8.IV	4.V	31.V
Янгиер	-	15.II	21.II	19.III	8.IV	3.V	29.V
<b>Тошкент</b>							
Далварзин	-	17.II	22.II	16.III	7.IV	3.V	30.V
Бекобод	-	15.II	23.II	17.III	7.IV	5.V	5.VI
Кўкорол	26.I	26.II	2.III	22.III	9.IV	13.V	17.VI
Янгийўл	-	26.II	25.II	21.III	3.IV	4.V	4.VI
Туябўғиз	-	19.II	22.II	21.III	8.IV	4.V	6.VI
<b>Андижон</b>							
Улуғнор	26.I	21.II	1.III	21.III	18.IV	5.V	6.VI
Бўз	26.I	21.II	28.II	23.III	8.IV	5.V	13.VI
Андижон	24.I	21.II	28.II	21.III	7.IV	4.V	3.VI
Қўрғонтепа	11.II	25.II	3.III	22.III	18.IV	24.V	26.VI
<b>Наманган</b>							
Поп	23.I	13.II	23.II	17.III	6.IV	3.V	30.V
Наманган	23.I	19.II	22.II	18.III	8.IV	3.V	31.V
<b>Фарғона</b>							
Қўкон	23.I	19.II	23.II	20.III	10.IV	4.V	2.VI
Қува	24.I	20.II	25.II	22.III	8.IV	7.V	6.VI
Фарғона	23.I	20.II	23.II	22.III	8.IV	4.V	5.VI

3-жадвалдан кўришиб турибдики, баҳорда ўртача ҳаво ҳароратининг  $3,0^{\circ}$  ва  $25,0^{\circ}\text{C}$  даражадан ўтиши минтақалар бўйича қуйидаги ораликда ўзгариб туради:  $3,0^{\circ}\text{C}$  дан турғун ўтиши I-минтақада – март ойининг биринчи бешкунлиги, II-минтақада – январь ойининг бешинчи беш кунлиги, III-минтақада – февраль ойининг тўртинчи-бешинчи бешкунлиги ва IV-минтақада – февраль ойининг тўртинчи беш кунлиги;  $25,0^{\circ}\text{C}$  дан турғун ўтиши I-минтақада – май ойининг олтинчи бешкунлигидан июнь ойининг олтинчи бешкунлиги, II-минтақада – май ойининг иккинчи бешкунлигидан олтинчи бешкунлиг, III-минтақада – май ойининг олтинчи бешкунлигидан июнь ойининг учинчи бешкунлиги, IV-минтақада – май ойининг олтинчи беш кунлигидан июнь ойининг иккинчи бешкунлиги.

**Хулоса.** Баҳор ва кузда ҳаво ҳароратининг турли даражалардан I-минтақада қолган II-IV-минтақаларга қараганда баҳорда кечроқ, кузда эса эртароқ кузатилади.

II-III-минтақаларда (Тошкент вилоятидан ташқари) ҳавода куз ва баҳорда 0,0°C дан турғун ўтиши кузатилмайди. Бу ерда албатта ҳудудларнинг жойлашганлигини ҳам эътиборга олиш лозим.

Ўсимликларни экиш муддатини аниқлашда, агротехник тадбирларни ўтказишда, ҳосилни йиғиб олиш режаларини тузишда, албатта, ҳар бир туманнинг иссиқлик ресурсларидан самарали фойдаланишдан ташқари об-ҳавонинг хатарли ҳодисаларини (қора совуқ, кучли шамол, дўл, сел, гармсел ва ҳ.) ҳам ҳисобга олиш зарур.

**Муаллифлар ҳиссаси.** **Г.Х. Холбаев:** мақоланинг ғояси, раҳбарлик, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Х.Т. Эгамбердиев:** методология, натижалар таҳлили, мақолани расмийлаштириш. **Ж.М. Қузиёв, Қ.М. Махмудов:** маълумотларни тўплаш, ҳисоблашларни бажариш. Барча муаллифлар кўлёманинг нашрга тавсия этилган матни билан танишдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

## АДАБИЁТЛАР

*Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х.* Рис, пшеница, хлопковое волокно по странам мира. – Ташкент: НИГМИ, 2005. – 240 с.

*Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х., Сафаров Э.Ю.* Агрометеорологияда муносабатли тенгламаларни топишда математик статистикани қўллаш. ЭҲМ ва Географик ахборот тизимларидан фойдаланиш учун кўрсатма. – Тошкент: ГМИТИ, 2009. – 150 б.

*Арипджанова Ф.А., Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т.* Фарғона станциясида метеорологик катталикларнинг ўзгариши / “Фарғона водийсида атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг экологик хусусиятлари ва уларни оптималлаштириш” республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Наманган, 2021. – Б. 72-76.

*Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х., Пулатов У.Ш., Кутлимуратов Х.Р., Султанова С.М.* О виде развития тенденции урожайности риса, пшеницы, хлопкового волокна в различных странах мира // Труды НИГМИ. – Вып. 7(252). 2006. – С. 29-41.

*Абдуллаев А.К., Назаров Р.С., Холбаев Г.Х., Гафуров Э.Ш.* Об особенностях продовольственной проблемы в различных странах мира / “Бозор иқтисодиёти шароитида қишлоқ хўжалигини барқарор ривожлантириш муаммолари” республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Тошкент, 2003. – Б. 120–122.

*Бабушкин Л.Н., Козгай Н.А., Закиров Ш.С.* Агроклиматические условия сельского хозяйства Узбекистана. – Ташкент: Мехнат, 1985. – 160 с.

Гидрометеорологик станция ва постларга йўриқнома. 11-нашр. Станция ва постларда агрометеорологик кузатувлар: 1 қисм. Асосий агрометеорологик кузатувлар. – Тошкент: 2009. – 325 б.

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

*Кратенко А.Ю., Абдуллаев Х.М.* Энергетические ресурсы. – Ташкент, 2008. – 123 с.

*Курбанов Г., Умарова М.* Особенности выращивания пшеницы // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1999. – № 6. – С. 21-23.

*Моисейчик В.А.* Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. – Л.: Гидрометеоиздат. 1975. – 295 с.

*Муминов Ф.А., Абдуллаев Х.М.* Агроклиматические ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент. САНИГМИ, 1997. – 178 с.

Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. Издание 2017 г., Женева. – 21 с.

*Султашова О.Г.* Об особенностях взаимосвязи температуры почвы и температуры воздуха // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. 2008. 30-жилд. – С. 69-72.

*Уланова Е.С., Забелин В.Н.* Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 206 с.

*Холбаев Г.Х., Абдуллаев А.К.* Иқлим ўзгаришини ҳаво ҳароратининг турли даражадан ўтишига таъсири ҳақида (Самарқанд вилояти мисолида) / “География XXI асрда: Муаммолар, ривожланиш истиқболлари” республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Самарқанд. 2017. – Б. 246-249.

*Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т.* Ҳаво ҳароратининг турли даражадан ўтиши ҳақида (Тошкент вилояти мисолида) / “Ўзбекистон Евросиё маконида: География, геоиктисодиёт, геоэкология” халқаро илмий-амалий конференция материаллари. 2017 й. 11-12 май. – Б. 354-357.

*Холбаев Г.Х., Пулатов У.Ш., Абдуллаев А.К.* О динамике производства продукции риса, пшеницы, хлопкового волокна в мире и Узбекистане // Вестник Географического общества Узбекистана. 2003. – Т. 23. – С. 187-189.

*Холбаев Г.Х., Абдуллаев А.К., Эгамбердиев Х.Т.* Дунёда ва Ўзбекистонда буғдой етиштиришнинг ўзига хос хусусиятлари // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 2020. 57-жилд. – Б. 117-121.

*Холбаев Г.Х., Курганов Р.Н., Эгамбердиев Х.Т.* Изменение температуры воздуха и поверхности почвы (на примере станции Каунчи) / Материалы II международной конференции с элементами научной школы «Инновационные методы и средства исследований в области физики атмосферы, гидрометеорологии, экологии и изменения климата» 21-25 сентября 2015 г. – Ставрополь, 2015. – С. 196-199.

*Холбаев Г.Х., Эргашева Ю., Эгамбердиева Ю.Т.* Ўзбекистондаги суғориладиган ерларда буғдой етиштиришнинг ҳозирги ҳолати ҳақида қисқача таҳлил // Вестник КГУ им. Бердаха. 2022. № 1(55). – Б. 26-31.

*Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Ҳ.Т., Кузиев Ж., Эшмирзаев Д.Р.* Трансчегаравий ҳудудларда термик ресурсларнинг даврий ўзгаришини баҳолаш (Жиззах ва Сирдарё вилоятлари мисолида) / “Марказий Осиё ва қўшни минтакалардаги трансчегаравий ҳудудлар: ҳамкорлик имкониятлари ва муаммолари” халқаро илмий-амалий конференция материаллари. II қисм. Самарқанд, 2022 й. 5-6 май. – Б. 142-146.

*Чуб В.Е.* Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – 132 с.

*Эгамбердиев Х.Т., Холбаев Г.Х., Абдиқулов Ф.И.* Тошкент-обсерваториясида куёш радиацияси ва фотосинтетик фаол радиациянинг ўзгариши / Материалы международной научно-практической конференции «Географическая наука Узбекистана и России: Общие проблемы, потенциал и перспективы сотрудничества». Ташкент, 13-19 мая 2019 года. – С. 402-405.

*Қозоқбоева А.Т., Эшмирзаев Д.Р., Холбаев Г.Х.* Нукус ва Жиззах метеорологик станцияларида ҳаво ҳарорати ва нисбий намлигининг ўзгариши / “Марказий Осиё тарихи ва археологияси: анъаналар, инновациялар ва истиқболлар” халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. Тошкент, 2021. – Б.170-175.

*Abdullayev A.Q., Xolbayev G.X., Ro‘ziyeva M.B., Sattorov M.M.* Samarqand va Jizzax viloyatlarida havo haroratining o‘zgarishi // GMITI ilmiy toplami. 2013. – 7(262) nashr. – B. 99-105.

*Akdi Y., Ünlü K.D.* Periodicity in precipitation and temperature for monthly data of Turkey // Theoretical and Applied Climatology. 2021. Vol. 143.– PP. 957-968.

*Audia E., Woller-Skar M.M. & Locher A.* Crowd-sourced data link land use and soil moisture to temperature and relative humidity in southwest Michigan (USA) // Theoretical and Applied Climatology. 2021. Vol. 143. – PP. 341–348.

*Bannani F.K., Sharif T.A., Ben-Khalifa A.O.R.* Estimation of monthly average solar radiation in Libya // Theoretical and Applied Climatology, 2006. Vol. 83, – PP. 211–215.

*Codato G., Oliveira A. P., Soares J., Escobedo J.F., Gomes E.N. & Pai. A.D.* Global and diffuse solar irradiances in urban and rural areas in southeast Brazil // Theoretical and Applied Climatology, 2008. Vol. 93. – PP. 57–73.

*Kholbaev G.Kh., Abdullaev A.K.* Change of meteorological values in the autumn of Republic of Karakalpakstan and Khorezm region // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. March 2020. Vol. 7, Issue 3. – PP. 13123-13130.

*Kholbaev G.Kh., Aripdjanova F., Egamberdiev Kh.T.* Changes of solar radiation in the irrigated territories of Uzbekistan // International Journal of Mechanical Engineering. February 2022. Vol.7 No.2. – PP. 1772-1779.

*Kholbaev G.Kh., Egamberdiev Kh.T., Egamberdiev H.Kh.* Change of meteorological values in autumn of Samarkand region // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020. Vol. 24, Issue 05. – PP. 6652-6660.

*Kholbaev G.Kh., Khadjaeva G.* The air temperature changes in the irrigated areas of the Republic of Karakalpakstan // International Journal of Research and Development (IJRD). May 2020. Vol. 5. Issue 5. <https://doi.org/10.36713/epra2016> | [www.eprajournals.com](http://www.eprajournals.com)

*Kousari M.R., Zarch M.A.A.* Minimum, maximum, and mean annual temperatures, relative humidity, and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran // Arabian Journal of Geosciences. 2011. Vol. 4. – PP. 907-914.

*Micu D.M., Amihaesei V.A., Milian N., Heval S.* Recent changes in temperature and precipitation indices in the Southern Carpathians, Romania (1961–2018) // Theoretical and Applied Climatology. 2021. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-021-03560-w>

*Olseth J.A., Skartveit A.* Solar irradiance, sunshine duration and daylight illuminance derived from METEOSAT data for some European sites // Theoretical and Applied Climatology, 2001. Vol. 69. – PP. 239-252

*Stanhill G., Cohen S.* Solar radiation changes in the United States during the Twentieth Century: evidence from sunshine duration measurements // J. Climate. 2005. Vol. 18. – PP. 1503-1512.

*Wu Z., Du H., Zhao D., Li M., Meng X., Zong Sh.* Estimating daily global solar radiation during the growing season in Northeast China using the Ångström–Prescott model // Theoretical and Applied Climatology. 2012. Vol. 108. – PP. 495-503.

*Xiao M., Yu Z., Cui Y.* Evaluation and estimation of daily global solar radiation from the estimated direct and diffuse solar radiation // Theoretical and Applied Climatology 140: 2020. – PP. 983-992.

*Xolbayev G.X.* Toshkent viloyati hududining qisqacha iqlimiy sharoitlari haqida. Toshkent. GMITI ilmiy to‘plami. 2015. – 18(263) nashr. – B. 64-68.

*Xolbayev G.X., Abdullayev A.K., Yuldasheva G.B.* Toshkent viloyati sug‘oriladigan hududi iqlimiy sharoitlari / Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Toshkent. 2016. – B. 159-162.

*Zhang H., Yin Q., Nakajima T., Makiko N.M., Lu P. & He J.* Influence of changes in solar radiation on changes of surface temperature in China // Acta Meteorologica Sinica. Vol. 27, 2013. – PP. 87-97.

## ДАТЫ ПЕРЕХОДОВ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ РАЗЛИЧНЫЕ ГРАДАЦИИ НА ОРОШАЕМЫХ РАЙОНАХ УЗБЕКИСТАНА

Г.Х. ХОЛБАЕВ<sup>1</sup>, Х.Т. ЭГАМБЕРДИЕВ<sup>1</sup>, Ж.М. КУЗИЕВ<sup>2</sup>, К.М. МАХМУДОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, [khgulmon@mail.ru](mailto:khgulmon@mail.ru)

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии

**Аннотация:** Рассчитаны даты переходов средней температуры воздуха через различные градации на орошаемых районах Узбекистана в период 1991-2020 гг. Даты переходов температуры через различные градации осенью и весной наблюдается в I-м регионе весной позднее, а осенью раньше чем в II-IV-х регионах. В II-III-х регионах (кроме Ташкентского вилоята) осенью и весной не наблюдается устойчивые даты перехода температуры воздуха через 0,0°C. Эта информация может быть использована при агрометеорологическом обслуживании сельского хозяйства, определении продолжительности вегетационного периода сельскохозяйственных культур и проведении агротехнических мероприятий.

**Ключевые слова:** радиация, климатический период, осень, весна, пшеница, температура, градации температуры.

**TRANSITION DATES OF THE AVERAGE AIR TEMPERATURE THROUGH DIFFERENT GRADATIONS IN THE IRRIGATED AREAS OF UZBEKISTAN****G.KH. KHOLBAEV<sup>1</sup>, KH.T. EGAMBERDIEV<sup>1</sup>, J.M. KUZIEV<sup>2</sup>, K.M. MAKHMUDOV<sup>1</sup>**<sup>1</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, khgulmon@mail.ru<sup>2</sup> Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry

**Abstract:** *The transition dates of the average air temperature through various gradations in the irrigated regions of Uzbekistan in the period 1991-2021 are calculated. The dates of temperature transitions through various gradations in autumn and spring are observed later in the region I in the spring, and earlier in the autumn than in the regions II-IV. In the regions II-III (except the Tashkent region), in autumn and spring, there are no stable dates for the transition of air temperature through 0.0°C. This information can be used in agrometeorological services for agriculture, determining the duration of the growing season of agricultural crops and carrying out agrotechnical activities.*

**Keywords:** *radiation, climatic period, autumn, spring, wheat, temperature, temperature gradations.*

**REFERENCES**

*Abdullaev A.K., Xolbaev G.X.* Ris, pshenitsa, xlopkovoe volokno po stranam mira [Rice, wheat, cotton fiber in the countries of the world]. – Tashkent: NIGMI, 2005. – 240 s. (in Russian)

*Abdullaev A.K., Xolbaev G.X., Safarov E.Yu.* Agrometeorologiyada munosabatli tenglamalarni topishda matematik statistikani qollash, EHM va Geografik axborot tizimlaridan foydalanish uchun korsatma [Application of mathematical statistics in finding relational equations in agrometeorology, guide to using computers and geographic information systems]. – Toshkent: GMITI, 2009. – 150 b. (in Uzbek)

*Aripdjanova F.A., Xolbaev G.X., Egamberdiev X.T.* Fargona stantsiyasida meteorologik kattaliklarning ozgarishi / “Fargona vodiysida atrof-muhitni muhofaza qilishning ekologik xususiyatlari va ularni optimallashtirish” respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi materiallari [Changes in meteorological parameters at the Fergana station. Materials of the republican scientific-practical conference on ecological features of environmental protection and their optimization in the Fergana Valley]. – Namangan, 2021. – B. 72-76. (in Uzbek)

*Abdullaev A.K., Xolbaev G.X., Pulatov U.Sh., Kutlimuratov X.R. Sultanova S.M.* O vide razvitiya tendentsii uroжайnosti risa, pshenitsi, xlopkovogo volokna v razlichnix stranax mira [On the type of development of the trend in the yield of rice, wheat, cotton fiber in various countries of the world] // Trudi NIGMI. – Vip. 7(252). 2006. – S.29-41. (in Russian)

*Abdullaev A.K., Nazarov R.S., Xolbaev G.X., Gafurov E.Sh.* Ob osobennostyax prodovolstvennoy problemi v razlichnix stranax mira [On the peculiarities of the food problem in various countries of the world] / Bozor iqtisodiyoti sharoitida qishloq xo’jaligini barqaror rivojlantirish. – Toshkent, 2003. – B. 120-122. (in Russian)

*Babushkin L.N., Kogay N.A., Zakirov Sh.S.* Agroklimaticheskie usloviya selskogo xozyaystva Uzbekistana [Agroclimatic conditions of agriculture in Uzbekistan]. – Tashkent: Mexnat, 1985. – 160 s. (in Russian)

Gidrometeorologik stantsiya va postlarga yoriqnoma. 11-nashr. Stantsiya va postlarda agrometeorologik kuzatuvlar: 1 qism. Asosiy agrometeorologik kuzatuvlar [Guide for hydrometeorological stations and posts. 11<sup>th</sup> edition. Agrometeorological observations at stations and posts: Part 1. Basic agrometeorological observations]. – Toshkent: 2009. – 325 b. (in Uzbek)

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

*Kratenko A.Yu., Abdullaev X.M.* Energeticheskie resursi [Energetic resources]. – Tashkent, 2008. – 123 s. (in Russian)

*Kurbanov G., Umarova M.* Osobnosti virashivaniya pshenitsi [Features of growing wheat] // Selskoe hozyaystvo Uzbekistana. – 1999. – № 6. – С. 21-23. (in Russian)

*Moiseychik V.A.* Agrometeorologicheskie usloviya i perezimovka ozimih kultur [Agrometeorological conditions and overwintering of winter crops]. – L.: Gidrometeoizdat. 1975. – 295 s. (in Russian)

*Muminov F.A., Abdullaev X.M.* Agroklimaticheskie resursi Respubliki Uzbekistan [Agroclimatic resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent. SANIGMI, 1997. – 178 s. (in Russian)

Rukovodyashie ukazaniya VMO po raschetu klimaticheskix norm [WMO Guidelines for the calculation of climate norms]. Izdanie 2017 g., Jeneva. – 21 s. (in Russian)

*Sultashova O.G.* Ob osobennostyax vzaimosvyazi temperaturi pochvi i temperaturi vozduxa [On the features of the relationship between soil temperature and air temperature] // Ozbekiston geografiya jamiyati ahboroti. 2008. 30-jild. – S. 69-72. (in Russian)

*Ulanova Ye.S., Zabelin V.N.* Metodi korrelyatsionnogo i regressionnogo analiza v agrometeorologii [Methods of correlation and regression analysis in agrometeorology]. – L.: Gidrometeoizdat, 1990. – 206 s. (in Russian)

*Xolbaev G.X., Abdullaev A.K.* Iqlim ozgarishini havo haroratining turli darajadan otishiga tasiri haqida (Samarqand viloyati misolida) [About the impact of climate change on the transition of air temperature from different levels (as an example of Samarkand region)] / “Geografiya XXI asrda: Muammolar, rivojlanish istiqbollari” respublika limiy-amaliy konferensiya materiallari. – Samarqand. 2017. – B. 246-249. (in Uzbek)

*Xolbaev G.X., Egamberdiev X.T.* Havo haroratining turli darajadan otishi haqida (Toshkent viloyati misolida) [About the transition of air temperature to different levels (in the example of Tashkent region)] / “Ozbekiston Yevrosiyo makonida: Geografiya, geoiqtisodiyot, geoekologiya” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 2017 y. 11-12 may. – B. 354-357. (in Uzbek)

*Xolbaev G.X., Pulatov U.Sh., Abdullaev A.K.* O dinamike proizvodstva produktsii risa, pshenitsi, xlopkovogo volokna v mire i Uzbekistane [On the dynamics of production of rice, wheat, cotton fiber in the world and Uzbekistan] // Vestnik Geograficheskogo obshestva Uzbekistana. 2003. – T. 23. – S. 187-189. (in Russian)

*Xolbaev G.X., Abdullaev A.K., Egamberdiev X.T.* Dunyoda va Ozbekistonda bugdoy yetishtirishning oziga hos hususiyatlari [Peculiarities of wheat cultivation in the world and in Uzbekistan] // Ozbekiston Geografiya jamiyati ahboroti. 2020. 57-jild. – B. 117-121. (in Uzbek)

*Xolbaev G.X., Kurganov R.N., Egamberdiev X.T.* Izmenenie temperaturi vozduxa i poverxnosti pochvi (na primere stantsii Kaunchi) [Change in air and soil surface temperature (on the example of Kaunchi station)] / Materiali II mejdunarodnoy konferentsii s elementami nauchnoy shkoli «Innovatsionnye metodi i sredstva issledovaniy v oblasti fiziki atmosfery, gidrometeorologii, ekologii i izmeneniya klimata» 21-25 sentyabrya 2015 g. – Stavropol, 2015. – S. 196-199. (in Russian)

*Xolbaev G.X., Ergasheva Yu., Egamberdieva Yu.T.* Ozbekistondagi sugoriladigan yerlarda bugdoy yetishtirishning hozirgi holati haqida qisqacha tahlil [Brief analysis of the current state of wheat cultivation on irrigated lands in Uzbekistan] // Vestnik KGU im. Berdaxa. 2022. № 1(55). – B. 26-31. (in Uzbek)

*Xolbaev G.X., Egamberdiev H.T., Kuziev J., Eshmirzaev D.R.* Transchegaraviy hududlarda termik resurslarning davriy o'zgarishini baholash (Jizzax va Sirdaryo viloyatlari misolida) [Evaluation of periodic changes of thermal resources in the transborder areas (in the example of Jizzakh and Syrdarya regions)] / Markaziy Osiyo va qo'shni mintaqalardagi transchegaraviy hududlar: hamkorlik imkoniyatlari va muammolari. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. II qism. Samarqand, 2022 yil 5-6 may. – B. 142-146. (in Uzbek)

*Chub V.E.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na gidrometeorologicheskie protsessi, agroklimaticheskie i vodnie resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: NIGMI, 2007. – 132 s. (in Russian)

*Egamberdiev X.T., Xolbaev G.X., Abdiqulov F.I.* Toshkent-observatoriyasida quyosh radiatsiyasi va fotosintetik faol radiatsiyaning ozgarishi [Changes of solar radiation and photosynthetic active radiation in Tashkent observatory] / Materiali mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii

«Geograficheskaya nauka Uzbekistana i Rossii: Obshniye problemi, potentsial i perspektivi sotrudnichestva». Tashkent, 13-19 may 2019 goda. – S. 402-405. (in Uzbek)

*Kozokboeva A.T., Eshmirzaev D.R., Xolbaev G.X.* Nukus va Jizzax meteorologik stantsiyalarida havo harorati va nisbiy namligining ozgarishi [Changes in air temperature and relative humidity at Nukus and Jizzakh meteorological stations] / “Markaziy Osiyo tarixi va arxeologiyasi: ananalar, innovatsiyalar va istiqbollar” xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Toshkent, 2021. – B.170-175. (in Uzbek)

*Abdullayev A.Q., Xolbayev G.X., Ro‘ziyeva M.B., Sattorov M.M.* Samarqand va Jizzax viloyatlarida havo haroratining o‘zgarishi [Changes in air temperature in Samarkand and Jizzakh regions] // GMITI ilmiy toplami. 2013. – 7(262) nashr. – B. 99-105. (in Uzbek)

*Xolbayev G.X.* Toshkent viloyati hududining qisqacha iqlimiy sharoitlari haqida [About the climatic conditions of the Tashkent region]. Toshkent. GMITI ilmiy toplami. 2015. – 18(263) nashr. – B. 64-68. (in Uzbek)

*Xolbayev G.X., Abdullayev A.K., Yuldasheva G.B.* Toshkent viloyati sugoriladigan hududi iqlimiy sharoitlari [Climatic conditions of the irrigated area of Tashkent region] / Respublika ilmiy-amaliy konferensiy materiallari. Toshkent. 2016. – B. 159-162. (in Uzbek)

УДК 631.434.52

## ҚУРҒОҚЧИЛИКДА СУВНИ ТЕЖАШ ҲАМДА ҲАВОДАГИ НАМДАН ФЙДАЛАНИШ ИМКОНИАТЛАРИНИ БАҲОЛАШ

С.Т. АБДУРАҲМАНОВ<sup>1\*</sup>, М.Р. ҚОРИЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Наманган давлат университети, [sohib\\_1978@inbox.ru](mailto:sohib_1978@inbox.ru)

**Аннотация.** Мақолада Наманган вилоятининг қуруқ иқлимли адир ҳудудларида мульчалаш асосида суғормасдан сабзавот экинларини етиштириш бўйича олиб борилган тажрибаларнинг натижалари келтирилган. Тажриба арид ҳудудларда тупроқ ва ҳаво намлиги ҳисобида табиий шароитда суғормасдан ҳосил олишга асосланган. Натижада, 180-200 мм ёгин ёғадиган арид ҳудудларда суғормасдан ҳосил олиш имконияти мавжудлиги тасдиқланган.

**Калит сўзлар:** мульчалаш, тупроқ намлиги, арид ҳудудлар, ҳаво намлиги, конденсация, суғормасдан ҳосил олиш.

**Кириш.** Жаҳон кишлок хўжалиги ишлаб чиқаришида суғориладиган деҳқончилик 299 млн га ер майдонини эгаллагани ҳолда, ишлаб чиқариладиган озиқ-овқат маҳсулотларининг 41%, дон маҳсулотларининг эса 60% ини етказиб беради. Суғориладиган майдонларнинг кенгайиши кишлок хўжалигида сув истеъмолининг ортишига олиб келади. Суғорма деҳқончилик ривожини таққослаш учун XX аср бошида дунёдаги барча суғориладиган ерлар майдони 47,3 млн гектарни ташкил этганлигини эслаш кифоя.

Жаҳонда кейинги йилларда суғорма деҳқончиликка эътибор кучайиб бормоқда. Аҳоли жон бошига тўғри келадиган суғориладиган майдонлар кейинги ўн йилликларда қарийб ўзгармади. Бунинг асосий сабаби аҳоли сонининг ўсиши билан бир вақтда суғориладиган майдонларнинг кенгайиб боришидир. Мазкур ҳолатда иқлимнинг исиши дарёлар оқимида, намлик тақсимотида ва инсоннинг хўжалик фаолиятига ўзининг салбий таъсирини ўтказди. Марказий Осиёнинг суғориладиган деҳқончилик ҳудудларида сув ресурслари танқислиги муаммоси янада кучаяди.

\* Масъул муаллиф: [sohib\\_1978@inbox.ru](mailto:sohib_1978@inbox.ru), +998 99 044-40-78

Мамлакатимиз қишлоқ хўжалигида интенсив фойдаланиладиган ерлар 4,3 млн гектарни ташкил этиб, улар республикамизнинг “олтин фонди” ҳисобланади. Мазкур майдонлар жами ер фондининг 10 фоизга яқинини ташкил этгани ҳолда ялпи қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг 95 фоизини етказиб беради. Ўзбекистоннинг сув ресурслари суғоришнинг ҳозирги ҳолатида тўла ўзлаштирилган. Шунинг учун ер ресурслари етарли бўлишига қарамасдан суғориладиган майдонларни кенгайтиришнинг имконияти қолмаган. Мамлакатимизга сув берувчи дарёларда кейинги йилларда сув сарфининг камайиши оқибатида қурғоқчил минтақаларнинг кенгайиши хавфи ортиб бормоқда. Гидрологик кузатишлар Наманган вилоятининг шимолидаги дарёлар сувининг иқлим исиши давридаги ҳажми олдинги ўттиз йиллик даврга нисбатан 13-18% кам бўлганлигини кўрсатади. Мазкур ҳолатда сув тақчиллиги ҳолати юзага келиш эҳтимоли мавжуд. Шу сабабли 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида “... суғориладиган ерларни мелиоратив ҳолатини янада яхшилаш, мелиорация ва ирригация объектлари тармоқларини ривожлантириш, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариш соҳасига интенсив усулларни, энг аввало, сув ва ер ресурсларини тежайдиган замонавий агротехнологияларни жорий этиш, унумдорлиги юқори бўлган қишлоқ хўжалиги техникасидан фойдаланиш” масалалари назарда тутилган эди. Мазкур ҳолат суғорма деҳқончиликда сувни тежашнинг янги йўллари излаш, экинларни суғормасдан етиштириш имкониятларини тадқиқ этиш заруратини белгилайди.

Суғоришда буғланишни камайтириш мақсадида мульчалошни қўллаш билан кўплаб хорижлик ва ўзбекистонлик олимлар шуғулланишган ҳамда бунинг учун мульчқоғоз, нефть чиқиндилари-смолопарафин, битум эмульсияси ва бошқаларни ишлатишган. Кейинчалик мульчалош асосан полиэтилен пленкалар билан бажариладиган бўлди. Аммо, бу тадқиқотларда мульчалош суғоришга қўшимча тадбир сифатида қўлланган. Экинларни суғормасдан, фақат, мульчалаб ўтказилган тажрибалар Л.Н.Бабушкин ҳамкорлари билан бирга ва Н.Ф. Лукин томонидан йилига 400-500 мм ёғин ёғадиган Тошкент ва Душанбеда ўтказилган. Ёғин 200 мм дан кам ёғадиган жойларда бундай тажрибалар ўтказилмаган [Камалов, Абдурахманов, 2010; 2014].

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Ишнинг мақсади – қурғоқчиликда сувни тежаш ва ҳудуднинг агрометеорологик кўрсаткичларига асосланган ҳолда қишлоқ хўжалигида ҳаводаги намдан фойдаланиш усулларини такомиллаштиришдан иборат.

Суғорма деҳқончиликнинг ҳолати, унинг аҳамияти ва самарадорлигини таҳлил қилиш, суғоришнинг анъанавий усуллари асосида унинг ривожланишини баҳолаш, анъанавий суғориш асосида суғориш майдонларини кенгайтиришнинг кузатилаётган ва юз бериши мумкин бўлган экологик оқибатларини таҳлил қилиш, тупроқнинг табиий сув режими ва ундаги конденсацион жараёнларнинг қишлоқ хўжалиги экинларини сув билан таъминлаш имкониятларини такомиллаштириш, қурғоқчил шароитда суғормасдан экин етиштириш бўйича тажрибаларни ташкил этиш ва амалга ошириш мазкур ишнинг вазифаларини белгилайди.

**Тадқиқот объекти ва предмети.** Тадқиқот объекти – Наманган вилояти қурғоқчил ҳудудлари “ҳаво-сув-тупроқ-ўсимлик” тизими ҳисобланади. Қурғоқчил ҳудудларда ҳаво намидан фойдаланиш хусусиятларини аниқлаш ҳамда суғормасдан экин етиштириш усулларини такомиллаштириш тадқиқот **предметини** ифодалайди.

**Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари.** Ишни бажариш жараёнида муаллифлар томонидан ўтказилган суғормасдан ҳосил олиш бўйича дала-тажриба кузатув материалларидан (2011-2016 йй.) фойдаланилди. Тадқиқот иши давомида Наманган вилоятида дала тажриба ишлари олиб борилган.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Ҳозирги вақтда Ўзбекистонда қишлоқ хўжалиги соҳасида суғориладиган дехқончиликнинг ҳиссаси жуда катта. Бу улуш 95% дан каттароқдир. Лекин эгатлардан суғориш жуда кўп, гектарига 10-13 минг м<sup>3</sup> сув сарфлашни талаб қилади. Тадқиқотлар кўрсатишича, дарёлардан олинган сувнинг фақат 25% гачаси илдизлар жойлашган қатламга етиб боради ва эвапотранспирацияга сарфланади. Магистрал, хўжаликлараро ва хўжалик ичидаги каналларда ҳам сувни беҳуда йўқотишлар содир бўлади. Бу йўқотишлар дарёдан олинган сувнинг 43% гача ташкил этади; суғориладиган далаларда эса бундай йўқотиш жами 15% ни ташкил этади.

Ҳозирги вақтда суғоришнинг салбий оқибатларининг асосийси унинг натижасида ернинг шўрланишидир. Ҳар йили шўрланишга қарши курашга жуда катта миқдорда маблағ ва шўрни ювиш учун жуда катта ҳажмда сув сарфланади. Шўрланган ерлар улардан қишлоқ хўжалигида фойдаланиш учун, шўр ювишга сарфланадиган сув миқдорининг катталиги сабабли, шўрлашмаган ерларга нисбатан 1,5-2 марта кўпроқ сув сарфлашни талаб қилади. Шўр ювишга умумий сув истеъмолининг 25% и атрофида сарфланади. Тупроқ шўрлигини керак даражагача пасайтириш учун шўр ювиш учун сув сарфи 40 минг м<sup>3</sup>/га гача етиши мумкин. Қурғоқчил ва ярим қурғоқчил минтақалардаги кўпгина дарё ҳавзаларидаги сув танқислигида бу ҳолат дарёларнинг суғориш имкониятини кескин пасайтириб юборади.

Ўзбекистонда 2015 йили шўрланган ерлар 2 млн гектарни ёки суғориладиган майдонларнинг 46,6% ини ташкил этган эди. Шундан 30,9% кам шўрланган, 13,3% и ўртача шўрланган ва 2,5% кучли шўрланган ерлардир. Бу хусусда энг ёмон ҳолат Хоразм вилоятида (ҳамма ерлари шўрланган), Сирдарё (98% ерини шўр босган), Бухоро (86%), Навоий (82%), Жиззах (78%) вилоятларида ва Қорақалпоғистон Республикасида (75%) кузатилади. 1990-йилларнинг бошларида Хоразм вилоятида 35,6% суғориладиган ер шўрланмаган эди. Ҳозирга келиб бу ерда шўр босмаган ер қолмади, кучли шўрланган ерлар майдони эса 3,8 марта кўпайди. Айникса, Фарғона ва Андижон вилоятларида, уларнинг даҳана бошида жойлашганларига қарамай, 35% ерларини шўр босганлиги ўта хавотирлидир [Камалов, Абдурахманов, 2009; 2010].

Суғорма дехқончиликнинг яна бир катта салбий оқибати – ерларнинг деградациясини келтириб чиқарадиган грунт сувлари юзасининг кўтарилиб бораётганлигидир. Ҳаттоки Фарғона ва Андижон вилоятларидаги суғориладиган майдонларнинг 45 фоизиди ер ости сувларининг сатҳи ер юзасидан 0-2 метр чуқурлик орасидадир. Ер ости сувлари сатҳи билан ер юзаси орасидаги масофа 2,5-3 метр бўлиши экологик ҳолатнинг бузилаётганлигини кўрсатиб, уни тартибга солиш учун зудлик билан чоралар кўриш зарурлиги ҳақида хабар берувчи кўрсаткичдир. Бундай ерлар Ўзбекистон бўйича суғориладиган ерларнинг 50 % ини ташкил этади [Камалов, Абдурахманов, 2014]. Ер ости сувлари сатҳининг кўтарилишига текисликдаги сув омборлари ҳам таъсир этиб, уларнинг тўғонларидан ўнлаб километр юқоригача етиб боради.

Йирик дарёларнинг бошланишидаги сув омборларининг энергия ишлаб чиқариш режимига ўтиши ҳам шўрни ювиш сифатини ёмонлаштиради ва ер ости сувлари юзасининг кўтарилишига сабабчи бўлади. Чунки йилнинг совуқ даврида сув оқимининг кўпайиши дарёдаги сув сатҳининг магистрал коллекторлардаги сув сатҳидан баланд бўлишига олиб келади. Бу эса шўрни ювиш самарадорлигини кескин тушириб юборади.

Ер майдонлари ҳолатининг ёмонлашиб бориши қуйидаги мисолда яққол кўринади. Жиззах вилоятининг 84% янги суғориладиган ерлар бўлиб, фойдаланиш коэффиценти юқори (0,78-0,82), суғоришнинг замонавий техникасига (ФИК=0,71), чуқур ёпилган дренажга асосланган энг қулай мелиоратив режимга эга. Пахтанинг ҳосилдорлик даражаси ўртача бўлишига қарамадан (22-25 ц/га), сувнинг самарадорлиги республикада

энг юқори бўлган ҳудудлардан биридир. 1985 йилда бундай юқори баҳоланган Жиззах вилоятида, 2007 йилга келиб шўрланган майдонлар 1992 йилга нисбатан, яъни 15 йилда, 1,7 мартага ошиб кетди. Қаттиқ ҳаракатлар ва катта маблағлар ҳисобига 2015 йилга бу вилоятда шўрланган ерлар майдони 256 минг гектардан 233,2 минг гектарга камайтирилди [Камалов, Абдурахманов, 2014].

Демак, суғорма деҳқончиликда сувнинг катта миқдорда сарфланиши ва унинг 60-90% буғланиб кетиши шўрланишнинг асосий сабабчиси, деб хулоса чиқариш мумкин. Бу жараёни сусайтириш учун сувни тежаб, иложи борича кам сарфлаш зарур.

Кўп мамлакатларда, айниқса Исроилда, суғорма деҳқончиликда томчилатиб суғориш кенг қўлланилади ва бу соҳада катта муваффақиятларга эришилган [Annual ..., 2012]. Бу усул Ўзбекистонда ҳам синаб кўрилган. Қашқадарё вилоятида 2009-2011 йилларда 50 гектарда, 2012 йилда 100 гектар суғориладиган майдонларда томчилатиб суғоришни қўллаб, пахтадан 45 ц/га ҳосил олинган.

Томчилатиб суғоришни Ўзбекистонда жорий этишни кечиктирувчи асосий омил катта бошланғич капитал харажатлардир. Ҳозирги вақтда фермерлар учун бундай харажатлар қилиш қийин. Шунинг учун бу харажатларни, ҳозирги вақтда мелиоратив суғориш учун сарфланаётгани катта маблағлар сингари, давлат бюджети ҳисобига амалга ошириш керак. Бир қатор тадқиқотларда томчилатиб суғоришни жорий этишга харажатлар тезда қопланиши асосланган. Томчилатиб суғоришга ўтиш фақат иқтисодий сабабларга кўра зарур бўлиб қолмай, балки экологик жиҳатдан ҳам, яъни Ўзбекистоннинг келажаги учун ҳам зарур.

Наманган давлат университетидега бажарилган Наманган вилояти туманлари бўйича сув сарфланишининг тахлили шуни кўрсатадики, суғориш учун сувнинг энг катта – 11 минг м<sup>3</sup>/га тенг бўлган сарфи экин майдонларининг 40-50 % ига пахта ва шоли экилган туманларда кузатилади. Пахта майдонлари кам, боғ ва узумзорлар катта ҳудудларни эгаллаган туманларда бир гектарга 3 минг м<sup>3</sup> дан биров кўпроқ сув сарфланади. Буни республикада суғоришга сарфланадиган сувнинг қарийб ярми пахтага сарф қилиниши ҳам тасдиқлайди [Абдурахманов, 2016]. Бундай ҳолатда, айниқса, пахта ҳосилдорлиги кам ва сув тақчил ҳудудларда пахта плантациялари билан банд бўлган ерларни боғ ва узумзорлар учун бериш керак. Уларни суғориш катта миқдорда сув талаб қилмайди – пахтага нисбатан 3-4 марта кам.

Боғ ва узумзорлар маҳсулоти пахтаники каби қайта-қайта ишланади. Узум эса техник ўсимликларга киради. Бундай маҳсулотларга дунёда, шу қаторда Ўзбекистон билан савдо муносабатлари ўрнатилган мамлакатларда ҳам талаб катта. Аҳолининг янги узилган мева-сабзавотларнинг ҳиссаси кўп бўлган соғлом овқатланишга интилиши сабабли ўзимизда ҳам уларга талаб ошиб борапти.

Шундай қилиб, пахта етиштиришнинг бир қисми ўрнида боғдорчилик ва узумчиликни ривожлантириш глобал исиш натижасида келиб чиқиши мумкин бўлган курғоқчилик даврини енгиб ўтишнинг асосий йўлларида бири деб қараш мумкин.

Суғориладиган ерлардан сувнинг буғланишга сарфини камайтириш учун зарур чораларни кўриш катта аҳамият касб этади. Бунинг энг мақбул усули илмий адабиётларда “мульчалош” деб аталади ва қадим замонлардан бери қўллаб келинади. Мульчалош тупроқдаги намни буғланишдан асрайди.

Тупроқ намлиги қишлоқ хўжалиги экинларининг ўсиш шароитларини белгилайдиган асосий омиллардан биридир. Экинларнинг сувга бўлган талаби транспирацион коэффициент – бир грамм курук ўсимлик моддаси шаклланишига сарф бўладиган сувнинг граммлардаги миқдори билан белгиланади. Лекин унинг қийматлари, тадқиқотларимиз кўрсатишича, катта аниқлаштиришни талаб қилади. Экология

кафедрасига тажриба майдонидан олиб келинган мутлақо куп-куруқ ғўза кўчатининг оғирлиги 144,5 г. Унинг асосида қилинган ҳисоблаш кўрсатишича, 1 гектардаги 100 минг туб кўчатга фақат транспирация учун 8100 м<sup>3</sup> сув зарур. Бу эса ақлга сиғмайди.

А.Қ.Абдуллаев ва М.Б.Рўзиеванинг [Абдуллаев, Рўзиева, 2012] маълумотларига кўра, кўпгина метеостанциялар маълумотлари бўйича, Ўзбекистон тупроқларининг энг катта намлик сиғими 190-250 мм оралиғида ётади. 1-жадвалда Наманган метеостанциясининг 2001-2015 йиллардаги (суғормасдан ҳосил олиш бўйича тажрибалар ўтказилган йилларни қамраб олган давр) тупроқнинг вегетацион давр бошланишидаги (апрель ойи) намлиги ҳақидаги маълумотлар келтирилган. Бу станцияда тупроқнинг тўла намлик сиғими 228 мм. Тупроқнинг минимал намлиги 173 мм (2010 йил) бўлиб, тўлик намлик сиғимининг 75 % ни ташкил қилади. Бизнинг ўлчовларимиз бўйича, апрел-май ойларида Наманган вилоятининг турли жойларида тупроқнинг бир метрлик қатламидаги намлик 250-300 мм ни ташкил этади. Бу Наманган метеостанцияси кузатиш пунктининг тупроғидаги тўла намлик сиғимидан бир мунча ортик.

*1-жадвал*

**Вегетация бошида тупроқ намлиги, мм**

*Таблица 1*

**Влажность почвы в начале вегетации, мм**

*Table 1*

**Soil moisture at the beginning of vegetation, mm**

Йиллар	Намлик	Йиллар	Намлик
2001	178	2009	210
2002	176	2010	173
2003	186	2011	200
2004	192	2012	193
2005	181	2013	193
2006	196	2014	199
2007	197	2015	180
2008	176		

*Изоҳ:* Жадвал муаллифлар томонидан тузилган.

*Примечание:* Таблица составлена авторами.

*Note:* The table is compiled by the authors.

Шундай қилиб, хулоса чиқариш мумкинки, Фарғона водийсининг қурғоқчил шароитида вегетация бошланишига қадар тупроқнинг бир метрлик қатламида атмосфера ёғинлари, конденсация ва адсорбция ҳисобига салмоғи каттагина (170-200 мм) намлик тўпланади.

Бу намликдан қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришда максимал фойдаланиш учун унинг буғланиб кетишини кескин камайтириш зарур. Маълумки, бу ишни полиэтилен ёрдамида мульчалаш йўли билан амалга ошириш мумкин.

Мульчалашнинг қишлоқ хўжалик майдонларида қўлланишига оид адабиётларни ўрганиш асосида қуйидагиларни эътироф этиш мумкин:

- мульчалаш суғориладиган шароитда сувнинг буғланишга сарфини сезиларли камайтириб, суғориш меъёрини пасайтириш имконини беради;
- вегетация даврида уч мартадан кўп суғоришни талаб қилмайдиган экинлар учун мульчалаш суғориш ўрнини тўла босади;
- мульчалаш ер ости сувининг капилляр кўтарилиши юқори бўлган ерларга жуда мос келади;

- битум эмульсиялари билан мульчалаш тупроқ намлигига узоқ таъсир кўрсатмайди, унинг таъсири 6-8 ҳафта сақланади, мульчалаш буғланишни камайтиради, лекин газ алмашувини ёмонлаштиради ва тупроқда  $\text{CO}_2$  тўпланишига ёрдам беради;

- 15 см чуқурликда тупроқ намлиги сомонли мульча остида полиэтилен пленка остидагидан юқорироқ бўлади. Лекин экинлар пленка билан, айниқса шаффоф пленка билан мульчаланганда тезроқ ўсадилар ҳамда кўпроқ ва эртапишар ҳосил берадилар. Нефтли ва сомонли мульчалаш экин ўсишини сустрлаштириб, ҳосилни камайтиради.

Шулар асосида хулоса қилсак, тупроқнинг сув режимини бошқаришда қўлланиладиган мульчаловчи материалларнинг энг самаралиси полиэтилен пленка деб ҳисоблаш мумкин. У саноатда ишлаб чиқарилади, пишиқ ва унча-мунчага йиртилмайди.

Ўрта Осиёда мульчоғоз ёрдамида мульчалаштириш 1930-йиллар бошида сабзавот, пахта ва бошқа экинларда амалга оширилган. 1932-1934 йилларда Л.Н.Бабушкин ва И.Рабиновичлар томонидан Бўзсув агрометеорология станциясида суғорилмайдиган пахтани мульчалаш бўйича тажриба ўтказилган [Бабушкин, Рабинович, 1937]. Тажрибанинг мақсади мульчоғознинг тупроқ ва ҳаво ҳарорати ва намлигига ҳамда экиннинг ўсишига таъсирини аниқлаш бўлган. Натижада агар мульча етарлича пишиқ бўлса тупроқдаги намнинг сақланишига, вегетация бошланишида ҳароратнинг баландроқ бўлишига ва ҳосилдорликнинг 25-30 % ошишига ёрдам беради, деган хулосага келинди.

Кўпчилик тадқиқотчиларнинг хулосалари бўйича мульчлаш тупроқ ҳажмий массасини бирмунча пасайтиради, ўсимликлар илдиз тизимининг яхшироқ ривожланишига имкон яратади, жала ёғинларидан сўнг тупроқ юзасининг қатқалоқ бўлишига қаршилик кўрсатади, тупроқ намлигини 3-4% га оширади, биринчи терим ҳосили ҳиссасини орттиради ва ҳоказо. Аммо, таъкидлаш лозимки, юқорида келтирилган барча илмий тадқиқотларда, профессор Л.Н.Бабушкин тажрибасидан ташқари, мульчалаш суғоришга қўшимча бўлган агротехник усул сифатида ўрганилган.

Маълумки, тупроқ намлиги шаклланишининг асосий манбалари атмосфера ёғинлари инфильтрацияси, ҳавонинг ерга яқин қатламидаги намнинг конденсацияси ва грунт сувларининг капилляр келишидир. Конденсация ва адсорбциянинг тупроқ намлигининг шаклланишидаги аҳамияти, юқорида таъкидлаб ўтганимиздек, Семирамиданинг “осма боғлари”, Феодосиянинг сув таъминоти, қум ва қумоқ тупроқларда нам конденсациясини ўрганиш бўйича ўтказилган жуда кўп тажрибаларда тасдиқланган.

А.А.Роде ўзининг умумлаштиришларида қуйидаги хулосаларга келган [Роде, 1963].

1. Куннинг иккинчи ярмида тупроқнинг юқори сиртки қатламининг ҳарорати пасая бошлайди, намлиги эса тупроқ сиртки қатлами ва унга яқин атмосфера қатламидаги сув буғларининг гигроскопик ютилиши (адсорбция) ҳисобига ошиб боради. Бу жараён тупроқ сиртки қатламининг намлиги ундаги ҳавонинг намга тўйиниш ҳолатига етгунча давом этади.

2. Тупроқнинг сиртки қатламидаги конденсацион намлик, тупроқ дағал гранулометриқ таркибга эга бўлса, чуқурроқ қатламларга осонроқ сизади.

3. Ҳароратнинг сутка давомидаги тебранишига асосланган нам конденсаторларининг самарадорлиги ҳарорат амплитудаси катта бўлган сари ошиб боради.

Шундай қилиб ҳисоблаш мумкинки, тупроқдаги ҳавода доимо сув буғлари мавжуд, Ўзбекистонда ёз ойларида у  $9-13 \text{ г/м}^3$  га тенг.

Ўзбекистон аҳолисини қишлоқ хўжалиқ маҳсулотлари билан таъминлаш суғорма деҳқончилик асосида амалга оширилади. Суғориладиган майдоннинг 1 гектарига ўртача 8-10 минг  $\text{м}^3$  сув сарф қилинади. Суғориш учун сувнинг бундай катта сарфи Орол денгизи танглигига олиб келди, у деярли куриб битиш ҳолатида. Иккинчидан, аҳоли сонининг

Ўсиши юқори бўлган шароитда суғориладиган ерлар майдонини кенгайтириш имкониятлари сув захираларининг чегараланганлиги сабабли йўқ даражада. Учинчидан, баъзи ҳудудларда, айниқса Амударё ва Сирдарёнинг қуйи оқимларида шўрланган ер майдонлари тобора кенгайиб бормоқда.

Юқоридагиларнинг барчаси суғориладиган дехқончиликни тубдан модернизациялаш, сувни тежайдиган технологияларга ўтишни тезлаштиришни талаб қилади. Улар орасида энг самарадорлиги томчилатиб суғориш технологиясидир. Лекин у бошланғич катта капитал маблағ талаб қилиши сабабли ҳамма ҳудудларда тезда жорий этиш имкониятини бермайди.

Ҳар бири 2000-2500 донадан “Волгоград” навли помидор, “Японча” навли бақлажон ва “Ласточка” навли булғор қалампири кўчатлари 2011 йил 23 апрел куни тажриба ер майдонига ўтказилди. Тажриба ўтказиш даври 2011 йилнинг апрелидан июлигача бўлиб, бу даврда атиги 6,3 мм ёғин ёғди (2-жадвал).

*2-жадвал*

### Ойлар бўйича метеорологик маълумотлар (Наманган)

*Таблица 2*

#### Метеоданные по месяцам (Наманган)

*Table 2*

#### Meteorological data by month (Namangan)

Ойлар	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2011 йилда ёғин, мм	1,6	27,3	24,8	1,4	3,3	1,6	0	8,8
Ўртача кўп йиллик ёғин, мм	18,9	24,3	25,5	24,1	19,1	9,5	3,3	2,0

*Изоҳ:* Жадвал муаллифлар томонидан тузилган.

*Примечание:* Таблица составлена авторами.

*Note:* The table is compiled by the authors.

Куйидаги 1- ва 2-расмларда олиб борилган тажриба майдони ва ундаги иш жараёнлари кўрсатилган.



1-расм. Тажриба майдонининг умумий кўриниши

Рис. 1. Общий вид экспериментальной площадки

Fig. 1. General view of the experiment area



2-расм. Помидор тажриба майдончаси

Рис. 2. Опытный участок помидоров

Fig. 2. Experimental plot of tomatoes

Тажрибалар кейинги йилларда ҳам шу асосда давом эттирилди. 2011-2013 йилларда ҳамда 2016 йилда суғормасдан ҳосил олиш бўйича ўтказилган тажрибаларнинг якуний кўрсаткичлари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

2011-2013 ва 2016 йилларда суғормасдан ҳосил олиш бўйича ўтказилган тажрибаларнинг якуний кўрсаткичлари

Таблица 3

Итоговые результаты опытов по уборке урожая без орошения в 2011-2013 и 2016 гг.

Table 3

The final results of experiments on harvesting without irrigation in 2011-2013 and 2016

Йил	Помидор			Булғор қалампири			Бақлажон			Пахта		
	Тажриба, ц/га	Назорат, ц/га	%	Тажриба, ц/га	Назорат, ц/га	%	Тажриба, ц/га	Назорат, ц/га	%	Тажриба, ц/га	Назорат, ц/га	%
2011	235,6	249	90	82,6	103	80	124,6	154	80			
2012	144,6	286	50	49,6	79	60	56	113	48			
2013	168	182	90	48	59	80	79	93	80	18,4	38	48
2016	102,3	156	60	60,3	73	80	86,7	54	160	14,8	34	43

*Изоҳ:* Жадвал муаллифлар томонидан тузилган.

*Примечание:* Таблица составлена авторами.

*Note:* The table is compiled by the authors.

Жадвалда берилган маълумотлардан 2011 йилда суғорилмаган майдондаги помидор ўсимлигидан суғориладиган майдондаги ҳосилга нисбатан 90%, булғор қалампири ва бақлажон ўсимликларидан эса 80% ҳосил олингани, 2012 йилда эса суғорилмаган помидор ҳосили суғорилгани ҳосилининг 50% ини, булғор қалампириники 60% ини, бақлажонники 48% ини ташкил этганлигини кўрамиз. 2013 йилда ўтказилган тажриба натижалари сабзавотлар бўйича 2011 йилда ўтказилган тажриба натижалари

билан бир хил кўринишга эга бўлди. Бу йилда суғорилмайдиган майдондан олинган пахта ҳосили 18,4 ц/га ни ташкил этиб, суғорилганининг 48 % ига тенг бўлди. 2016 йилда ўтказилган тажрибалар фақат бақлажон ўсимлигида аксинча кўриниш берди: суғориладиган майдондан олинган ҳосил кўрсаткичи 54 ц/га ташкил этгани ҳолда, суғорилмайдиган майдондан 86,7 ц/га ҳосил олинди. Бақлажон ўсимлигида бундай ҳолатнинг намоён бўлишига асосий сабаб, суғориладиган майдондаги кўчатларнинг кўпроқ касалликларга чалиниши бўлди. Помидор, булғор қалампери ва пахтадан олинган ҳосил кўрсаткичлари олдинги йилги олинган натижаларга яқин бўлди [Камалов, Абдурахманов, 2014].

Қашқадарёда 2011 ва 2012 йилларда олиб борилган томчилатиб суғоришни жорий этиш бўйича ишларнинг самарадорлигини 1268940 гектар экин майдони бўйича ҳисоблашлар Т.Х.Хусановнинг мақоласида тўла келтирилган [Хусанов, 2014]. Унинг маълумотлари ҳамда ўз маълумотларимиз асосида бу самарадорликни 1 гектар майдонга ҳисоблаб чиқдик (4-жадвал). Жадвал натижалари бўйича эгатлаб суғориш 1020760 сўм зарар билан чиққан. Томчилатиб суғориш эса 2300318 сўм фойда берган. Аммо томчилатиб суғоришдаги жорий харажатлардан 1 гектарга 558000 сўмлик пленка, 540000 сўмлик томчилатиб суғориш шланглари, 151470 сўмлик эгилувчан шлангга кетган харажатлар ҳамда 2856026 сўмлик капитал маблағларнинг амортизацияси ҳисобдан четда қолган. Агар томчилатиб суғориш учун фильтрацион насос, сув тиндиргич ва магистрал полиэтилен трубопроводнинг амортизациясини 5 йил деб олсак, бу сумма 571205 сўмни ташкил этади. Уларни, яъни  $558000+540000+151470+571205=1820675$  сўмни харажатга қўшсак, иктисодий самарадорлик томчилатиб суғоришда 480643 сўмга тенг бўлади. [Абдурахманов, 2016].

Суғормасдан ҳосил олишга келсак, бу усулда пахта етиштирилганда ҳосили кам бўлса ҳам, эрта пишади ва юқори сорт пахтанинг ҳиссаси катта бўлиб, сотиб олиш нархи юқори бўлади. Шу сабабли унинг фойдаси 1232,5 минг сўмни ташкил этди. Бу фермер учун пахта майдонидан катта фойда ҳисобланади.

**Хулоса.** Суғориладиган майдонлардан буғланишни камайтириш бўйича ўзимизда ва хорижда ҳозирга қадар ўтказилган тадқиқотлар суғориш ва мульчалошни бирлаштириб амалга оширилган. Қишлоқ хўжалиги экинларини ўртача йиллик ёғин миқдори 200 мм дан кам бўлган арид шароитда суғормасдан ҳосил олиш имкониятлари бўйича тадқиқотлар ўтказилмаган. Вегетация бошланишида тупроқда нам тўпланишини ўлчаш натижалари апрель ойининг бошида тупроқнинг бир метр қалинликдаги қатламидаги нам 170-200 мм бўлиб, 300 мм гача бўлишини кўрсатди. Вегетация даврида конденсация ҳисобига тупроқнинг намлиги ошиши мумкинлиги аниқланди. Шу сабабли тажрибалар суғоришсиз мульчалаб ўтказилди ва ижобий натижалар берди.

**Муаллифлар ҳиссаси.** **С.Т. Абдурахманов:** мақоланинг ғояси, раҳбарлик, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **М.Р. Қориев:** методология, маълумотларни тўплаш, ҳисоблашларни бажариш, натижалар таҳлили, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган матни билан танишдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

4-жадвал

Таблица 4

Table 4

## Пахта етиштиришда сугориш усулларининг иқтисодий кўрсаткичлари

Экономические показатели способов орошения в хлопководстве

## Economic indicators of irrigation methods in cotton cultivation

№	Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	1 гектарга қилинган сарф			Нархи, сўм	Умумий харажатлар, сўм		
			Эгталаб сугориш	Томчилагиб сугориш	Сугормасдан		Эгталаб сугориш	Томчилагиб сугориш	Сугормасдан
1	Уруғ	кг/га	55	42,7	55	1900	104500	81130	104500
2	Минерал ўғитлар	кг/га	818	450	0	570	466260	256500	0
3	Ёқилги маҳсулотлари	л/га	300	82	0	3961	1188300	324802	0
4	Сугориш суви	м <sup>3</sup> /га	13700	3650	0	25	342500	91250	0
5	Ёввойй ўғлардан химоя	сўм/га	30000	0	0		30000	0	0
6	Экинларни яғаналаш	сўм/га	30000	0	0		30000	0	0
7	Культивация	сўм/га	25000	0	0		25000	0	0
8	Электр энергия	квт/га	7356,9	3650	0	120	882840	438000	0
9	Пленка	кг/га				7000			490000
	<b>Жами:</b>		26,4	45,0	18		<b>3069400</b>	<b>1191682</b>	<b>594500</b>
	Ҳосилдорлик	ц/га					2048640	3492000	1827000
	<b>Фойда, сўм</b>						<b>-1020760</b>	<b>+ 2300318</b>	<b>+1232500</b>

Изоҳ: Жадвал муаллифлар томонидан тузилган.

Примечание: Таблица составлена авторами.

Note: The table is compiled by the authors.

**АДАБИЁТЛАР**

*Абдуллаев А.Қ., Рўзиева М.Б.* Ўзбекистонда етиштириладиган пахтанинг хомашёси, тола сифати учун агроиклимий шароитлар, ресурслар. – Тошкент: Ўзгидромет, 2012. – 158 б.

*Абдурахманов С.Т.* Ҳаводан суғориш // Экология хабарномаси. 2016. №11. – Б. 34-35.

*Абдурахманов С.Т.* Қурғокчиликда сувдан фойдаланиш. Услубий қўлланма. Наманган, 2016. – 37 б.

*Абдурахманов С.Т.* Арид худудларда суғормасдан ҳосил олишнинг иқтисодий самарадорлиги // Экология хабарномаси. 2016. №12. – Б. 14-20.

*Бабушкин Л., Рабинович И.* К изучению влияния мульчирования на микроклимат хлопкового поля // Метеорология и гидрология. 1937. №3. – С. 69-80.

*Зув В.И., Басистов А.А.* Мульчирование картофеля на засоленных землях // Сельское хозяйство Узбекистана. 1960. № 3. – С. 79-82.

*Камалов Б.А., Абдурахманов С.Т., Солиев Э.А.* Иқлим исиши даврида дарёлар оқимидаги ўзгаришлар ва уларга суғорма деҳқончилик районларида мослашиш имконияти // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 2009. 33-жилд. – Б. 97-98.

*Камалов Б.А., Абдурахманов С.Т.* Суғоришсиз экинлардан ҳосил олиш бўйича тажриба натижалари // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 2010. 35-жилд. – Б. 197-199.

*Камалов Б.А., Абдурахманов С.Т.* Опыт выращивания овощных культур в аридных условиях без орошения / Международная научная конференция “Инновация-2014”. – Ташкент, 2014. – С. 105-106.

*Камалов Б.А., Абдурахманов С.Т.* К вопросу о формировании почвенной влаги // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 2017. 49-жилд. – Б. 183-186.

*Роде А. А.* Водный режим почв и его регулирование. – М., 1963. – 120 с.

*Хусанов Т.Х.* Экология и эффективность производства хлопка // Экологический вестник. 2014. №10. – С. 10-17.

*Annual Report 2011-12 ICID.* International Commission on irrigation and Drainage. – New Dehli (India). 2012. – 67 p.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭКОНОМИИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ВЛАГИ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ****С.Т. АБДУРАХМАНОВ<sup>1</sup>, М.Р. КОРИЕВ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Наманганский государственный университет, sohib\_1978@inbox.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты опытов по возделыванию овощных культур без орошения на основе мульчирования в холмистой местности с засушливым климатом Наманганской области. В основу опыта положено получение урожая без полива в естественных условиях за счёт влажности почвы и воздуха. В результате подтверждена возможность получения урожая без полива в засушливых районах при 180-200 мм осадков.

**Ключевые слова:** мульчирование, влажность почвы, засушливые районы, влажность воздуха, конденсат, получение урожая без полива.

**ESTIMATION OF POSSIBILITIES OF SAVING IRRIGATION WATER AND USE OF ATMOSPHERIC MOISTURE IN ARID CONDITIONS****S.T. ABDURAKHMANOV<sup>1</sup>, M.R. KORIYEV<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Namangan State University, sohib\_1978@inbox.ru

**Abstract.** *The article presents the results of the experiments on the cultivation of vegetable crops without irrigation based on mulching in the hilly areas with a dry climate of Namangan region. The experiment was based on harvesting without irrigation under natural conditions due to soil and air humidity. It was confirmed that there is a possibility of harvesting without irrigation in arid regions with 180-200 mm of precipitation.*

**Keywords:** *mulching, soil moisture, arid areas, air humidity, condensation, harvesting without irrigation.*

**REFERENCES**

*Abdullaev A.Q., Roziyeva M.B.* Ozbekistonda yetishtiriladigan paxtaning xomashyosi, tola sifati uchun agroiklimiy sharoitlar, resurslar [Agro-climatic conditions and resources necessary for the quality of raw cotton and cotton fiber grown in Uzbekistan]. – Toshkent: Uzgidromet, 2012. – 158 b. (in Uzbek)

*Abduraxmanov S.T.* Havodan sugorish [Watering from the air] // *Ekologiya habarnomasi*. 2016. №11. – B. 34-35. (in Uzbek)

*Abdurahmanov S.T.* Qurgoqchilikda suvdan foydalanish [Use of water in drought]. Uslubiy qo'llanma. Namangan, 2016. – 37 b. (in Uzbek)

*Abdurahmanov S.T.* Arid hududlarda sugormasdan hosil olishning iqtisodiy samaradorligi [Economic efficiency of harvesting without irrigation in arid regions] // *Ekologiya habarnomasi*. 2016. №12. – B. 14-20. (in Uzbek)

*Babushkin L., Rabinovich I.K.* Izucheniye vliyaniya mulchirovaniya na mikroklimat xlopkovogo polya [To study the effect of mulching on the microclimate of the cotton field] // *Meteorologiya i gidrologiya*. 1937. №3. – S. 69-80. (in Russian)

*Zuev V.I., Basistov A.A.* Mulchirovanie kartofelya na zasolennih zemlyah [Mulching potatoes in saline lands] // *Selskoe hozyaystvo Uzbekistana*. 1960. № 3. – S. 79-82. (in Russian)

*Kamalov B.A., Abduraxmanov S.T., Soliev E.A.* Iqlim isishi davrida daryolar oqimidagi ozgarishlar va ularga sugorma dehqonchilik rayonlarida moslashish imkoniyati [Changes in river flow during climate warming and the possibility of adapting to them in irrigated agricultural regions] // *Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti*. 2009. 33-jild. – B. 97-98. (in Uzbek)

*Kamalov B., Abduraxmanov S.T.* Sugorishsiz ekinlardan hosil olish boyicha tajriba natijalari [Results of experiments on crop yield without irrigation] // *Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti*. 2010. 35-jild. – B. 197-199. (in Uzbek)

*Kamalov B.A., Abduraxmanov S.T.* O'piti virashivaniya ovoshni x kultur v aridni x usloviyax bez orosheniya [Experience in growing vegetable crops in arid conditions without irrigation] / *Mejdunarodnaya nauchnaya konferensiya "Innovatsiya-2014"*. Toshkent, 2014. – S. 105-106. (in Russian)

*Kamalov B.A., Abduraxmanov S.T.* K voprosu o formirovaniy pochvennoy vlagi [On the question of the formation of soil moisture] // *Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti*. 2017. 49-jild, – B. 183-186. (in Russian)

*Rode A. A.* Vodniy rejim pochv i yego regulirovanie [Soil water regime and its regulation]. – M.: 1963. – 120 s. (in Russian)

*Xusanov T.X.* Ekologiya i effektivnost proizvodstva xlopka [Ecology and efficiency of cotton production] // *Ekologicheskiy vestnik*. 2014. №10. – S. 10-17. (in Russian)

**ГИДРОЛОГИЯ / HYDROLOGY**

УДК: 551.495 (575.141)

**ЎРТА ЗАРАФШОН ВОҲАЛАРИДА ГРУНТ СУВЛАРИ РЕЖИМИНИНГ  
СУҒОРИШ ТАЪСИРИДА ЎЗГАРИШИ****Б.Е. АДЕНБАЕВ<sup>1\*</sup>, Х.А. БАРАТОВ<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, bahtiyor.adenbayev@mail.ru<sup>2</sup> Шароф Рашидов номидаги Самарқанд давлат университети, xabib.baratov.87@mail.ru

**Аннотация.** Мақолада Ўрта Зарафшон воҳаларида ерларни суғориши натижасида грунт сувлари режимининг ўзгариши масалалари ёритилган. Шу мақсадда Зарафшон ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси ҳузуридаги Мелиорация экспедицияси ва Зарафшон гидрогеология экспедицияси маълумотларидан фойдаланилган. Ушбу маълумотлар асосида охириги 1990-2021 йилларда грунт сувлари режимининг суғориши таъсирида ўзгариши таҳлил қилинган. Натижада, охириги йилларда суғориши ишлари таъсирида Ўрта Зарафшон воҳаларида шарқдан ғарбга томон суғориладиган ҳудудларда, грунт сувлари сатҳи ва минераллашув даражасининг ортанлиги аниқланган.

**Калит сўзлар:** воҳа, суғориладиган ерлар, мелиоратив экспедиция, грунт сувлари режими, минераллашув, ионлар таркиби, гипсли қатлам.

**Кириш.** Ўрта Зарафшон воҳаларида қадимдан қулай табиий шароит, сувнинг мўл-кўллиги, унумдор тупроқларнинг кенг тарқалганлиги туфайли милoddан аввалги 2,5-2 мингинчи йилликлардан деҳқончилик билан шуғуллана бошланган. Зарафшон дарёсидан ариқлар, кейинчалик каналлар қазилиб воҳаларнинг турли қисмларига сув чиқарилган ва суғорма деҳқончилик ривожланган. Сўнгги йилларда ҳудудда аҳоли сонининг узликсиз равишда кўпайиб бориши натижасида, инсон омилининг табиатга таъсири ҳам тобора кучайиб бормоқда.

Ўрта Зарафшон воҳаларининг табиий-географик шароити ва арид иқлимли хусусиятлари қишлоқ хўжалик экинларининг турига боғлиқ ҳолда уларни етиштириш учун суғориш тадбирларини амалга оширишни тақозо этади. Бугунги кунда суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини назорат қилиш ва баҳолаш муаммолари (мезонларини ишлаб чиқиш) жуда муҳим ҳисобланади. Мазкур муаммоларнинг олдини олиш мақсадида минглаб километр узунликдаги бир қанча коллектор-зовур тармоқлари бунёд этилган. Сўнгги йилларда ушбу коллектор-зовур тармоқлар орқали суғориладиган экин майдонларидан қайтарма сувлар йилига қарийб 2 млрд м<sup>3</sup> дан ортик ҳосил бўлмоқда [Баратов, Аденбаев, 2022]. Суғориш натижасида ҳудуддаги суғориладиган ерларда грунт сувлар сатҳининг кўтарилиши ва минераллашув даражасининг ошиб бориши оқибатида, фойдаланиладиган ерларнинг иккиламчи шўрланишига сабаб бўлмоқда. Шу туфайли, ҳозирги кунда Ўрта Зарафшон воҳаларида грунт сувлари режимининг суғориш натижасида ўзгаришини ўрганиш масалалари муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга.

Суғориладиган ерларнинг грунт сувлари режимини ўрганишга қаратилган илк тадқиқотлар А.Н.Костяков [Костяков, 1967], М.М.Крилов [Крилов, 1957], Н.А.Кенесарин [Кенесарин, 1959], А.В.Лебедев [Лебедев, 1963], В.А.Ковда [Ковда, 1968], С.И.Харченко [Харченко, 1975] ва бошқалар томонидан амалга оширилган.

\* Маъсул муаллиф: bahtiyor.adenbayev@mail.ru, тел: +998 90 359-72-19

Ўзбекистонда ушбу муаммони ўрганишга қаратилган тадқиқотлар Н.М.Решеткина [Решеткина, 1957], А.А.Рачинский [Рачинский, 1963], Д.М.Кац [Кац, 1967], С.Ш.Мирзаев, Л.П.Бакушева, [Мирзаев, Бакушева, 1979], Н.Н.Ходжибаев, Б.Я.Нейман [Ходжибаев, Нейман, 1982], В.А. Духовний [Духовний, 1993] каби олимлар томонидан амалга оширилган. Ҳозирги кунда мазкур йўналишдаги тадқиқотлар М.А.Якубов [Якубов, 2011], Ф.Х.Ҳикматов, Ғ.Х.Юнусов, [Юнусов, Хикматов, 2013], Ш.Ш.Мухамеджанов [Мухамеджанов, 2022], Н.И.Сабитова, О.Ш.Рўзиқулова [Рўзиқулова, Сабитова, 2015], Н.Б.Эрлапасов, Р.Р.Зияев [Эрлапасов, Зияев, 2018], Ф.А.Охунов [Охунов, 2023] каби тадқиқотчилар томонидан давом эттирилмоқда.

Бироқ, юқорида қайд этилган тадқиқотларда Ўрта Зарафшон воҳаларида суғориш ишларининг грунт сувлари режимига таъсири алоҳида кўриб чиқилмаган. Мазкур тадқиқот айна шу масалаларга бағишланганлиги билан юқорида келтирилган ишлардан фарқ қилади.

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Тадқиқотнинг асосий мақсади Ўрта Зарафшон воҳаларида суғориш ишларининг грунт сувлар режимига таъсирини ўрганишдан иборатдир.

Ушбу мақсад доирасида, ишда куйидаги вазифалар белгиланди ва тадқиқот жараёнида ўз ечимини топди:

1. Зарафшон ирригация тизимлари хавза бошқармаси ва Зарафшон гидрогеология экспедициясидаги кузатиш маълумотларини бирламчи қайта ишлаш.

2. Худуддаги грунт сувлар сатҳи ва минераллашув даражасининг майдонлар бўйича йиллараро ўзгаришини таҳлил қилиш.

3. Зарафшон гидрогеология станциясининг танлаб олинган кузатув кудуклари маълумотлари асосида грунт сувлар сатҳи ва минераллашишининг йиллараро ўзгаришини таҳлил қилиш.

**Тадқиқот объекти ва предмети.** Ишда тадқиқот объекти сифатида Ўрта Зарафшон воҳаларининг суғориладиган майдонлари танлаб олинди. Ўрта Зарафшон воҳалари суғориладиган ерларини суғориш натижасида гурунт сувлари сатҳи ва минераллашув режиминининг ўзгаришини ўрганиш тадқиқотнинг предмети ҳисобланади.

**Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари.** Ишни бажариш жараёнида Ўрта Зарафшон воҳалари суғориладиган худудларида мелиорация экспедицияси ва гидрогеология станцияси кузатув кудукларининг кўп йиллик (1990-2021 йй.) маълумотларидан фойдаланилди.

Тадқиқотда географик умумлаштириш, таққослаш, гидрокимёвий ҳисоблашлар, статистик ва умумлаштириш усулларида фойдаланилди

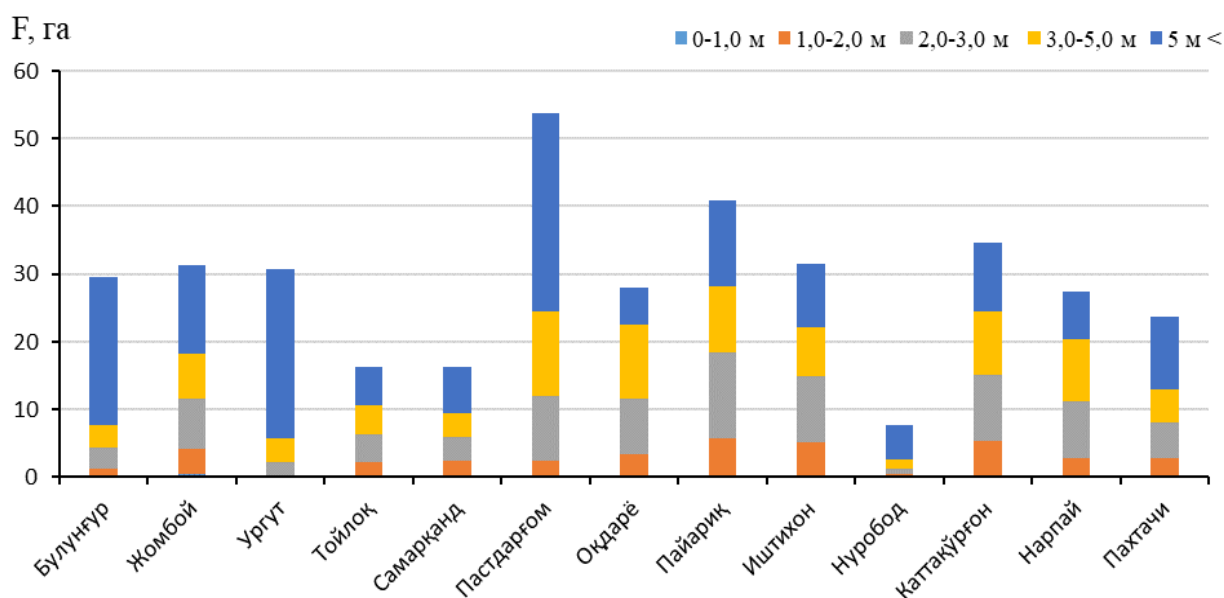
**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Тўпланган маълумотларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, Ўрта Зарафшон воҳаларининг Самарқанд воҳасида грунт сувлар сатҳининг чуқурлиги жой шароитига қараб, ўртача 4-8 метрни ташкил қилади. Баъзи баландроқ участкаларда ва Зарафшон дарёсининг учинчи террасасида 7-10 метрни, тоғ олди текислигига туташ жойларда 10-25 метрни ташкил қилади.

Ўрта Зарафшон воҳаларининг ғарбий қисмида Каттакўрғон воҳасининг Нарпай ва Пахтачи туманларида грунт сувлар сатҳи ер юзасига бирмунча яқинроқ жойлашган. Бу худудда грунт сувлар чуқурлиги ўртача 3-7 метрга тенг. Дарё водийларида эса уларнинг чуқурлиги ер юзига янада яқинроқ жойлашган [Баратов, 2022; Рахматуллаев ва бошқ., 2019].

Ўрта Зарафшон воҳаларида суғориладиган ер майдонлари кишлоқ хўжалигида ва республика иқтисодиётида муҳим аҳамиятга эга. Ҳозирги кунда Самарқанд ва Каттакўрғон воҳаларида суғориладиган ерлар майдони адирлар, тоғ олди текисликлари ҳисобига Пастдарғом ва Нуробод туманларида кенгайтириб борилмоқда. Суғориладиган ерлардаги энг кўп шўрланган ерлар гипсометрик жиҳатдан пастда жойлашган Нарпай,

Пахтачи, Иштихон, Оқдарё, Пайариқ туманларидаги геотизимларнинг пастқам жойларида ва ботиқларида кўпаймоқда [Рўзиқулова, Сабитова, 2015]. Тадқиқот ишида Зарафшон ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси мелиоратив экспедицияси маълумотлари асосида Ўрта Зарафшон воҳаларининг грунт сувлари сатҳи эгаллаган майдонларнинг маъмурий жиҳатдан туманлар кесимида охириги йиллардаги ўзгаришлари таҳлил қилинди (1-расм).

Графикдан воҳаларнинг шарқий қисмида ва нисбатан тоғ олди ҳудудларда жойлашган туманларда ер ости сувларининг сатҳи нисбатан чуқурда жойлашганлигини кўришимиз мумкин. Масалан, Ургут туманида грунт сувлар сатҳи ер юзасидан 3 метргача чуқурликда жойлашган майдонлар 2,15 минг гектар ёки туман бўйича жами суғориладиган ерларнинг 6,9% ини ташкил этади. Шу кўрсаткич Булунғур ва Нуробод туманларида мос равишда 4,31 минг гектар (14,6%) ва 1,17 минг гектар (15,4%) ни ташкил этган. Ўрта Зарафшон воҳасининг ғарбий ва марказий қисмида жойлашган ҳудудлардаги 3 метр чуқурликкача бўлган грунт сувлар сатҳи Нарпай (11,3 минг га), Каттакўрғон (15,2 минг га), Иштихон (14,9 минг га) туманларидаги умумий суғориладиган ерларнинг 41,1-47,4% гача майдонини ташкил этади.



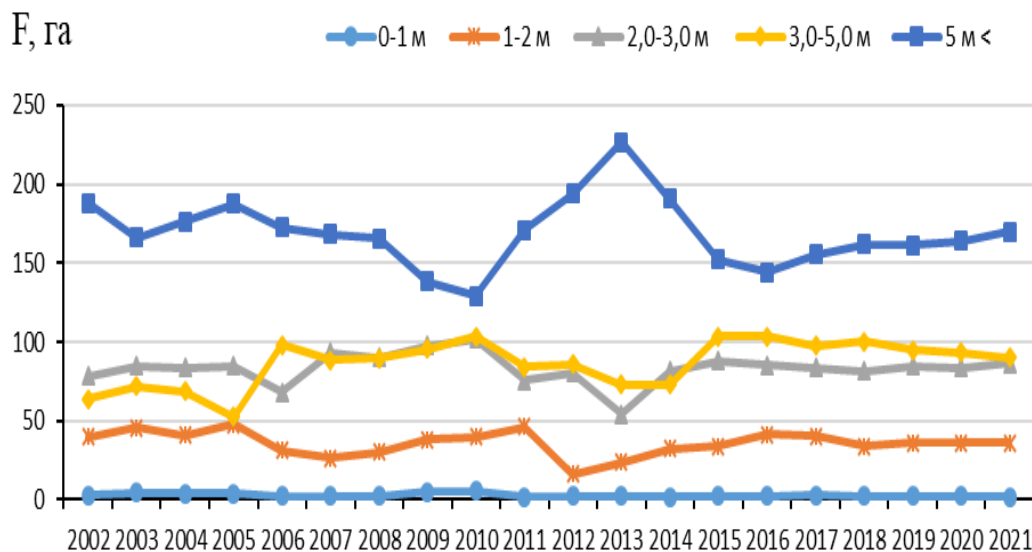
**1-расм. Ўрта Зарафшон воҳаларининг грунт сувлари сатҳининг туманлар кесимидаги ўзгаришлари**

**Рис. 1. Изменения, в районном разрезе, уровня грунтовых вод в оазисах Среднего Зеравшана**

**Fig. 1. Changes in the district cross-section of the grunt water level of the Middle Zarafshan oases**

Тадқиқотнинг кейинги босқичида, грунт сувлар сатҳининг турли чуқурликдаги йилларо ўзгариши таҳлил қилинди. Суғориладиган ерлар ер ости сувлари сатҳининг ўзгариши бевосита суғоришга олинган сувлар билан боғлиқ. Грунт сувлар сатҳининг йилларо тебраниш графигида 5 метрдан юқори бўлган майдонларнинг улуши 2011-2013 йилларда ортиб борган бўлса, мос равишда 2-3 метргача чуқурликда жойлашган сув сатҳлари майдони эса камайган. Шунингдек, 3-5 метргача бўлган чуқурликда жойлашган грунт сувлар сатҳи майдонларининг йилларо тебраниш

2005 йилдан бошлаб кўтарилиб, 2015 йилдан кейинги даврда деярли ўзгаришсиз қолмоқда (2-расм).



2-расм. Ўрта Зарафшон воҳаларидаги грунт сувлар сатҳининг турли чуқурликлардаги йиллараро тебраниши

Рис. 2. Межгодовые колебания уровня грунтовых вод в оазисах Среднего Зеравшана на разных глубинах

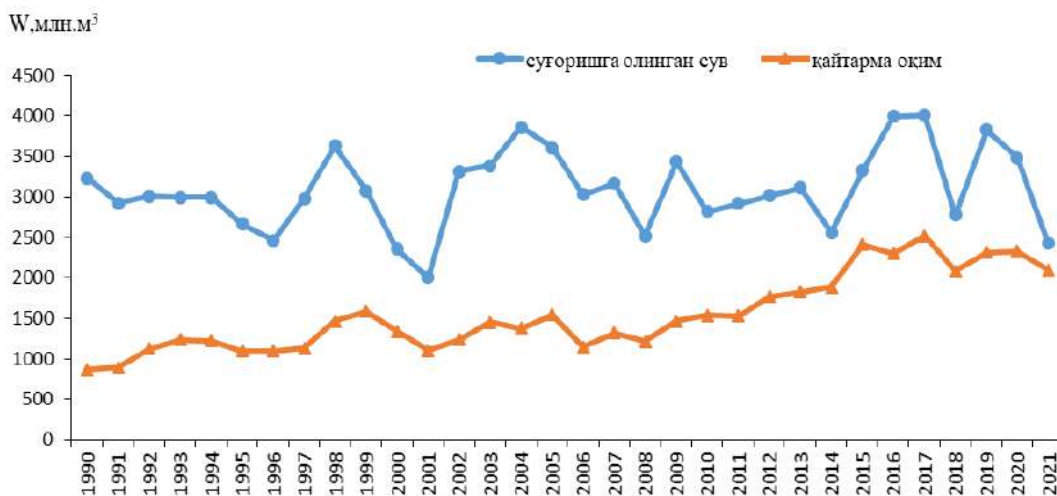
Fig. 2. Inter-year fluctuations in the level of grunt water in the Middle Zarafshan oases at different depths

Албатта, ўрганилаётган ҳудудда коллектор-зовурлар ва уларнинг янги тармоқларининг ишга туширилиши воҳалар экин майдонларининг мелиоратив ҳолатини яхшилашга ҳамда грунт сувлар режимига таъсир кўрсатган [Баратов, Аденбаев, 2022].

Шу мақсадда ҳудудга суғоришга олинган сувлар ва қайтарма оқимнинг йиллараро ўзгаришини таҳлил қилдик (3-расм). Графикдан кўришимиз мумкинки, ҳудуддаги суғоришга олинган ва қайтарма сувларнинг йиллараро ўзгариши кўрсаткичлари суғориш мақсадида олинган сув ва қайтарма сувларнинг чиқиб кетиши бир-бирига мос равишда тебраниб турган. Ўрта Зарафшон ҳудудига суғориш мақсадида олинган сувларнинг миқдори 2004 йилдан 2014 йилгача бўлган даврда камайиб борган бўлса, аксинча қайтарма сувларнинг миқдори узликсиз равишда ортиб борган, яъни кейинги йилларда коллектор-зовур тармоқларини таъмирлаш ва тиклаш ишларининг яхшиланиши натижасида қайтарма сувларнинг миқдори ортган.

Зарафшон ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси ва Зарафшон гидрогеология экспедицияси маълумотлари асосида Ўрта Зарафшон воҳалари грунт сувлари сатҳи 1:700000 масштабли карта схемаси яратилди (4-расм).

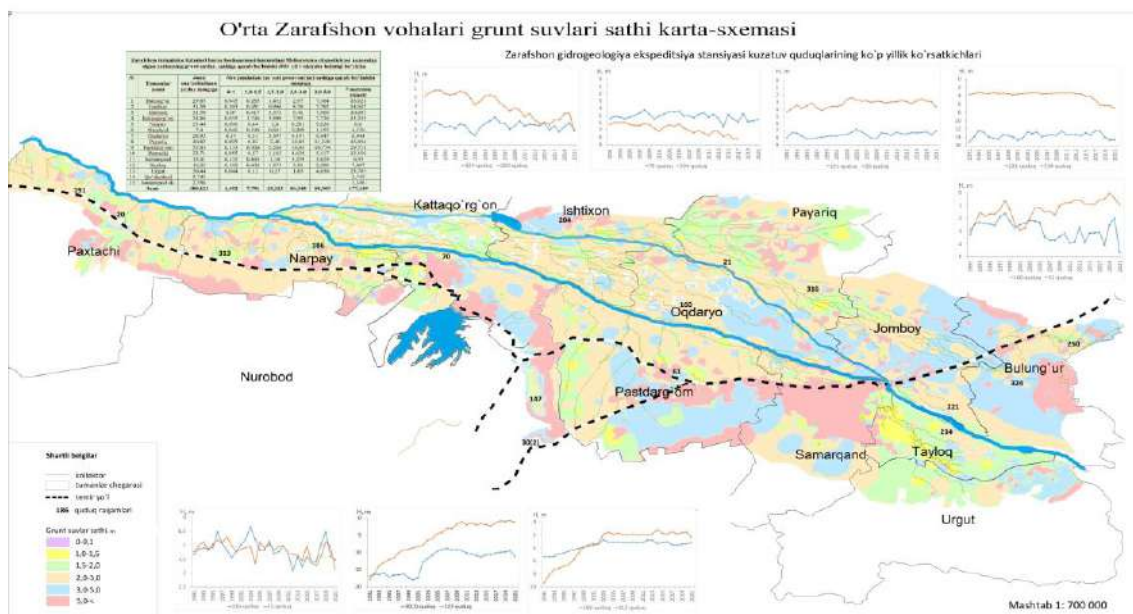
Зарафшон гидрогеология станциясидан олинган маълумотлар асосида қудуқларда грунт сувлар сатҳининг йиллараро ўзгариши таҳлил қилинди. Ўрта Зарафшон воҳаларининг шарқий қисми Булунғур туманида 324- ва 250-қудуқлар жойлашган. Олиб борилган таҳлил натижалари шуни кўрсатадики, қудуқларда грунт сувлар сатҳи танланган давр давомида 4-7 метр ораликда ўзгариб турган, аммо Зарафшон дарёсидаги 2001 йилги кам сувли йилда эса иккала қудуқда ҳам сув сатҳи кескин пасайиш кузатилган (5-расм).



3-расм. Худудни суғоришга олинган сувлар ва қайтарма оқимнинг йилларо ўзгариши

Рис. 3. Межгодовые изменения водозабора для орошения территории и возвратного стока

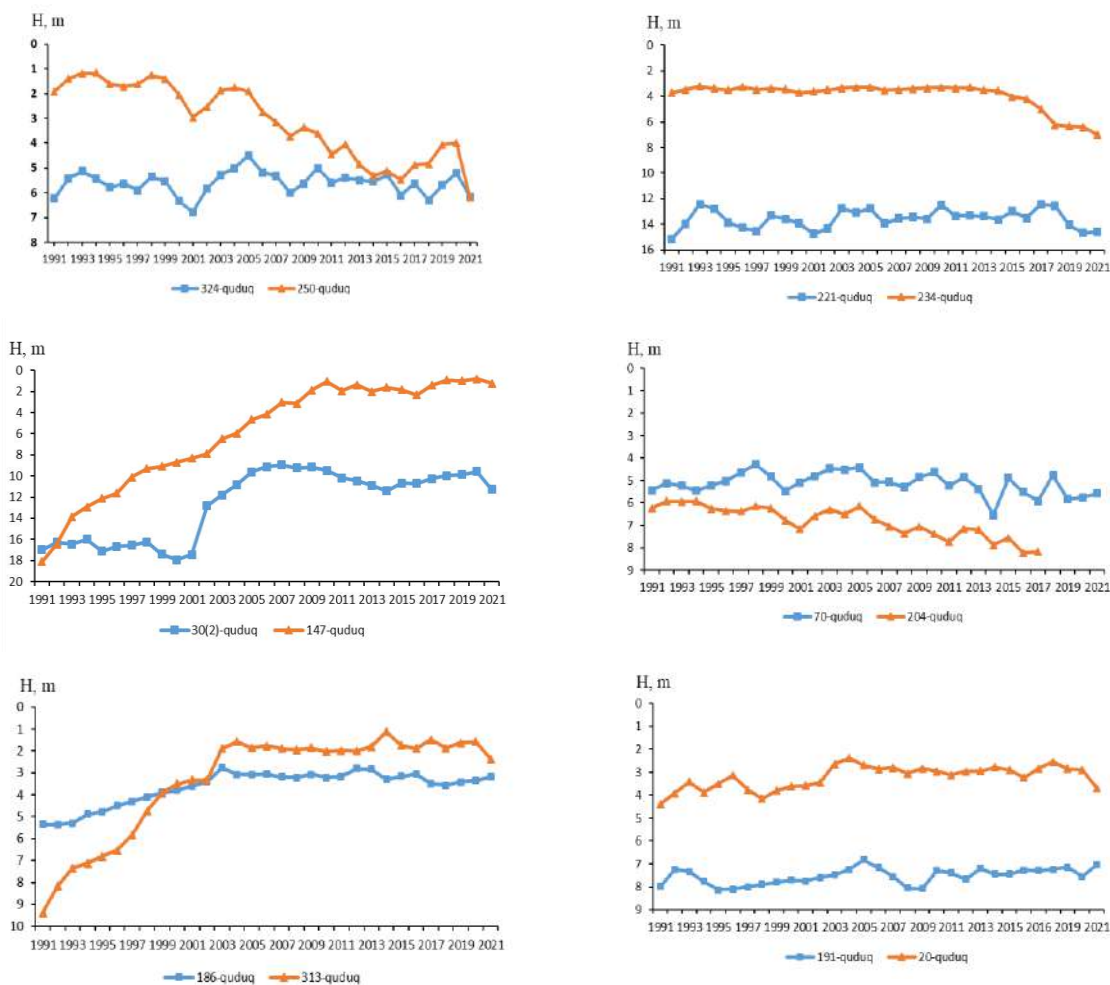
Fig. 3. Interannual changes in water withdrawal for irrigation territory and return flow



4-расм. Ўрта Зарафшон воҳалари грунт сувлари сатҳининг карта схемаси

Рис. 4. Схематическая карта уровня грунтовых вод в оазисах Среднего Зарафшана

Fig. 4. Schematic map of the groundwater level in the oases of Middle Zarafshan



**5-расм. Кузатув қудуқларида грунт сувлари сатҳининг йилларро ўзгариши**

**Рис. 5. Межгодовые изменения уровня грунтовых вод в наблюдательных скважинах**

**Fig. 5. Interannual changes in groundwater levels in observation wells**

Шунингдек, 250-қудуқнинг сув сатҳи сўнгги йилларда доимий равишда пасайишда давом этаётганлигини кўришимиз мумкин. Бу ҳолат дарё оқими таъсир этадиган ҳудудлардаги кейинги қудуқларда ҳам кузатилган. Масалан, Жомбой туманидаги 221-қудуқ ҳам дарё водийсига яқин ҳудудда жойлашган бўлиб, грунт сувлар сатҳи бевосита суғоришга олинган сувнинг миқдорига боғлиқ ҳолда тебраниб туради.

Дарё ўзанидан қум-шағал тошларининг меъёрдан кўп миқдорда қазиб олиниши ва ўзан сатҳининг чуқурлашиши натижасида ушбу ҳудудларга яқин жойлашган қудуқларда, жумладан, 234-қудуқдаги сув сатҳининг сўнгги йилларда пасайиб бориши кузатилмоқда. Графиклардаги 316, 21, 204, 160, 61-қудуқлар сув сатҳининг тебраниши ҳам дарё сув режимига боғлиқ ҳолда, суғоришга олинган сув миқдорига боғлиқлиги кўриниб турибди.

Нуробод туманидаги 147 ва 30(2)-қудуқлар сўнгги йилларда ўзлаштирилган тўлқинсимон рельефли ерларнинг ботик қисмларида жойлашган бўлиб, уларнинг сув сатҳи ўрганилаётган йилларда 18 метр чуқурликдан 1,5 метргача кўтарилган. Худди шундай ҳолатлар Ўрта Зарафшон воҳаларининг ғарбий қисмидаги Нарпай (313, 186) ва

Пахтачи (191, 20) туманларида жойлашган кудукларда ҳам грунт сувлар сатҳининг кўтарилганлигини кўрсатади.

Суғориладиган ҳудудларнинг тупроқ-грунт ва ер ости сувлари сатҳининг ўзгариши ҳамда турли минерал тузларнинг тўпланиши табиий ҳол ҳисобланади. Ерларни суғориш натижасида, уларнинг сув ва туз режимида тубдан ўзгаришлар содир бўлади. Тупроқ фаол қатламини намлантириш аксарият ҳолатларида тупроқ сувларини ер ости сувларига кўшилишига олиб келади. Натижада, бу сувлар ер ости сувларининг табиий оқими билан биргаликда ҳаракатлана олмаслиги сабабли, уларнинг сатҳи кўтарила бошлайди ва тупроқ қатламлари орасидаги сувда эрувчан тузлар эритилиб, тупроқларни иккиламчи шўрланишига сабаб бўлади.

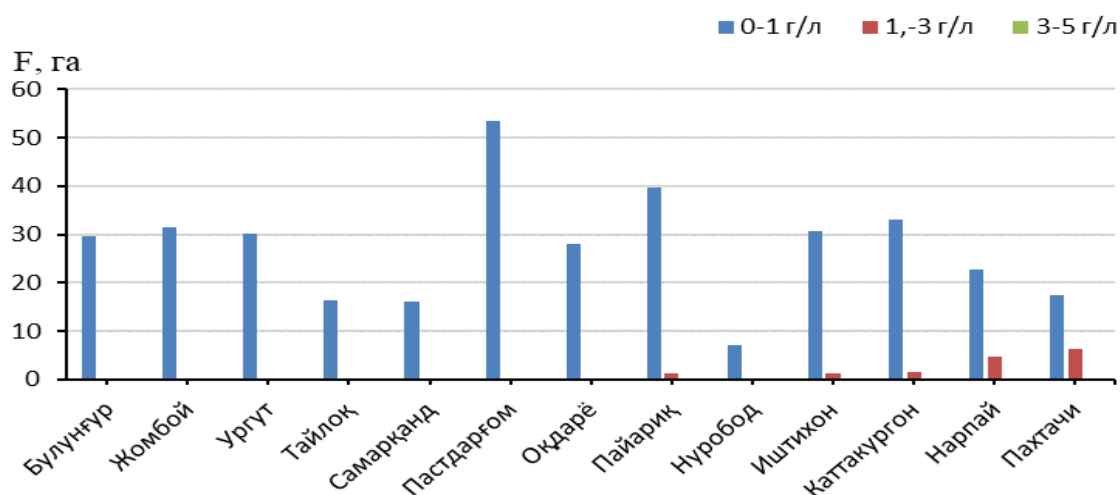
Ўрта Зарафшон воҳаларининг дарёга яқин ботиқ қисмлари аллювиал текисликлардан иборат бўлиб, сувда эрувчи тузлар жуда кам миқдорда ёки умуман тўпланмайди. Чунки, грунт сувларининг гидрогеологик ва геоморфологик шароити бўйича уларнинг оқими яхши, бироқ дарёдан узоқлашган сари грунт сувларнинг оқими секинлашиб, тупроқ-грунт сувлар таркибида гидрокарбонатли қатламларни ҳосил қилиб, ушбу ҳудудлар ерларини карбонатли-магнийли шўрланишига олиб келади. Ўрта Зарафшоннинг ғарбий қисмида асосан оч тусли бўз тупроқлар майдони тарқалган бўлиб, грунт сувларининг минераллашув даражаси бир мунча ортганлиги сабабли сульфатли шўрланишга учраган.

Н.М. Решеткиннинг фикрича Самарқанд ботиғи табиий типик оқимли гидрогеологик ҳавза ҳисобланиб, юқори минтақаларида, аллювиал ётқизикларда кам минераллашган тоза грунт сувлар шаклланган [Решеткина, 1957]. С.Абдуллаев маълумотларига кўра [Абдуллаев, 2020] мазкур ҳудуд грунт сувларининг кимёвий таркиби авваламбор, Зарафшон дарёсининг суви, коллектор-зовурлар сувининг минераллашганлиги даражаси, тупроқ қопламида ҳосил бўлган грунт сувларининг таркибига боғлиқ. Грунт сувлар таркибида гидрокарбонатларнинг захираси кўп бўлган ер ости сувларида асосан дарё ўзани томон гравитацион оқим кузатилади.

Зарафшон ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси мелиоратив экспедицияси маълумотлари асосида Ўрта Зарафшон воҳалари ҳудудида жойлашган грунт сувлари минераллашув жараёнини туманлар кесимида таҳлил қилинди (6-расм). Таҳлил натижаларига кўра Булунғур, Жомбой, Ургут, Тойлок, Самарқанд туманлари суғориладиган ерларида грунт сувлари минераллашув даражаси 1 г/л дан ошмайди, ҳудуднинг Пастдарғом, Нуробод, Иштихон, Оқдарё, Пайариқ туманларида эса 1-3 г/л гача етади. Грунт сувларининг энг юқори минераллашув даражаси Пахтачи, Нарпай, Каттакўрғон туманлари суғориладиган ерларида кузатилган. Пахтачи туманида 156 гектар, Нарпай ва Каттакўрғон туманларида 10 гектарга яқин ҳудудларда грунт сувларининг минераллашуви 3-5 г/л ни ташкил этади.

Ўрта Зарафшон воҳаларининг грунт сувлари минераллашуви Зарафшон гидрогеология экспедицияси кузатув кудукларининг кўп йиллик маълумотлари асосида таҳлил қилинди. Ҳудуднинг шарқий қисмида жойлашган 221-кудукнинг ўрганилаётган вақт давомида минераллашуви 253 мг/л дан 362 мг/л оралиқда ўзгарган. Воҳаларнинг ғарбий ҳудудидаги 313-кузатув кудуғининг минераллашув даражаси 513 мг/л дан 3201 мг/л гача ортганлигини кўришимиз мумкин.

Шунингдек, Ўрта Зарафшон воҳаларининг, Самарқанд воҳасида дарё ўзани бўйича ўртача қиялик ҳар 1000 метрга 3 метр, Каттакўрғон воҳасида ҳар 1000 метрга 1 метр тўғри келади, қияликнинг камлиги туфайли ер усти ва ер ости сувларининг воҳалар бўйлаб қуйи томон ҳаракат тезлиги камаяди. Бу ўз навбатида ер ости сувларининг ер юзасига кўтарилишига, тупроқларнинг шўрланишига, ботқоқланишига шароит яратади.



6-расм. Ўрта Зарафшон воҳалари ҳудудидаги грунт сувлари минераллашувининг туманлар кесимида ўзгариши

Рис.6. Изменение, в районном разрезе, минерализации грунтовых вод на территориях оазисов Среднего Зеравшана

Fig.6. Changes in the regional section of groundwater mineralization in the territories of the Middle Zeravshan oases

Зарафшон дарёси келтирадиган аллювиал ётқизиқлар таркибидаги йирик донали шағаллар ўрнига майда донали шағаллар ғарбга борган сари ортиб боради. Булар сувнинг шимилишига, тупроқ ҳосил бўлишига, грунтнинг капиллярлик фаолиятига, ўсимликлар ривожланишига таъсир кўрсатади. Каттакўрғон воҳасининг кенглиги Самарқанд воҳасига нисбатан қарийиб икки баравар кам ва ўраб турган тоғлар воҳага анча яқин жойлашган, Зирабулоқ, Зиёвуддин, Қоратоғ ва Оқтоғ тизмаларининг тоғ олди текисликларида ер юзига чиқиб ётган гипс ва карбонатларга бой оҳактошлар, кумтошлар, гиллар, алевролитлар, конгломератлар кўп ва катта майдонни эгаллайди. Суғорма деҳқончиликнинг тоғ олди текисликлари томон кенгайиши билан, юқорида саналган жинслар таркибидаги тузларнинг эриши ва дарё томон ҳаракати (миграцияси) кучайган [Рахматуллаев ва бошқ., 2019]. Бу ҳам ўз навбатида воҳаларнинг ғарбий қисмида шарқий қисмига нисбатан грунт сувларнинг минераллашув даражасининг ортишига сабаб бўлади.

Бажарилган тадқиқот натижаларининг таҳлиллари асосида, **хулоса** сифатида, куйидагиларни қайд этиш мумкин.

1. Ўрта Зарафшон воҳалари суғориладиган ерларининг суғориш ишлари натижасида грунт сувлари сатҳи ва минераллашиши режимида ўзгаришлар кўзатишлар кўзатишлар тоғолди текислигидан дарё водийси томон, водийда эса, шарқдан ғарбга томон ўзгариб боради.

2. Янги инновацион суғориш технологияларидан фойдаланган ҳолда суғориш ишларини ташкил этишни дастлаб воҳаларнинг тоғ олди ва ғарбий ҳудудларида амалга ошириш лозим. Бунинг натижасида янги ерларни ўзлаштириш ва сувдан оқилонга фойдаланган ҳолда грунт сувлари сатҳи ва ерларнинг иккиламчи шўрланишга учрашининг олди олинади.

3. Ҳозирги кунда Ўрта Зарафшон воҳаларида 3 минг км дан ортиқ коллектор-зовур тармоқлари мавжуд бўлиб, бу кўрсаткич йилдан-йилга ошиб бормоқда, янги инновацион суғориш технологияларидан фойдаланиш ишларини кенгроқ амалга оширилса, коллектор-

зовур тармоқларини тиклаш-таъмирлаш ишларига сарфланган харажатлар ҳам тежаллади ҳамда, янги ерларни ўзлаштириш, ерларнинг мелиоратив ҳолатини тиклаш яхшиланади.

**Муаллифлар хиссаси:** **Б.Е. Аденбаев:** мақола ғоясини аниқлаштириш, методология, натижалар таҳлили, натижаларни текшириш, раҳбарлик. **Х.А. Баратов:** мақола ғояси қўллаш, маълумотларни йиғиш, қайта ишлаш, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. Муаллифлар қўлёзманинг нашрга тайёрланган матни билан танишдилар ва ўз розиликларини билдирдилар

## АДАБИЁТЛАР

*Абдуллаев С., Жаббаров З.А., Зокирова С.К, Рахматов З., Турсунқулова А., Исломова З.* Каттақўрғон сув омборининг атроф тупроқ қоплами экологик мелиоратив ҳолатига таъсири ва уни яхшилаш чора-тадбирлари. – Тошкент: “Университет”, 2020. – 100 б.

*Аверьянов С.Ф.* Борба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978. – 288 с.

*Баратов Х.А.* Иқлим ўзгариши шароитида суғориладиган ҳудудларда грунт сувлар минераллашувини баҳолаш (Ўрта Зарафшон воҳалари мисолида) / Иқлим ўзгариши шароитида гидрометеорологик тадқиқотлар: долзарб муаммолар ва уларнинг ечимлари. Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. – Тошкент, 2022. – Б. 280-283.

*Баратов Х.А., Аденбаев Б.Е.* Ўрта Зарафшон воҳалари суғориладиган ерларининг сув-туз баланси // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. 2022. 62-жилд. – Б. 173-177.

*Баратов Х.А., Аденбаев Б.Е.* Ўрта Зарафшон воҳаларида ер ости сувлари сатҳининг суғориш режимига боғлиқлиги / Географик тадқиқотлар: Инновацион ғоялар ва ривожланиш истиқболлари II халқаро илмий-амалий конференция материаллари. – Тошкент, 2022. – Б. 574-577.

*Духовный В.А.* Мелиорация и водное хозяйство засушливой зоны. – Ташкент: Мехнат, 1993. – 300 с.

*Кац Д.М.* Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях. – М.: Колос, 1967. – 183 с.

*Кенесарин Н.А.* Формирование режима грунтовых вод орошаемых районов на примере Голодной степи. – Изд. АН УзССР, 1959. – 178 с.

*Ковда В.А.* Водный и солевой баланс местности и орошаемых почв. В кн.: Почвы аридной зоны как объект орошения. - М.: Наука, 1968. – С.105-136.

*Костяков А.Н.* Основы мелиораций. – М.: Сельхозгиз, 1967. – 624 с.

*Крылов М.М.* Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. – Ташкент: Изд. АН УзССР, 1959. – 253 с.

*Лебедев А.В.* Методы изучения баланса грунтовых вод. – М.: Госгеолтехиздат, 1963.– 192 с.

*Мирзаев С.Ш., Бакушева Л.П.* Оценка влияния водохозяйственных мероприятий на запасы подземных вод. – Ташкент: Фан, 1979. – 117 с.

*Мухамеджанов Ш.Ш.* Создание основ системы безвозвратного использования водных ресурсов на орошаемых землях Узбекистана. – Ташкент: “Muharrir nashriyoti”, 2022. – 297 с.

*Охунов Ф.А.* Суғориладиган ҳудудларда ерости сувлари режимини ўрганишнинг илмий-услубий асослари (Қарши чўли мисолида): Автореф. дисс. ... г.м.ф.д. (PhD). – Тошкент, 2023. – 43 б.

*Рахматуллаев А., Баратов Х.А., Бекқулов И., Файзуллаев Ж.* Арид иқлимли Ўрта Зарафшон водийсининг грунт сувлар сифатига инсон хўжалик фаолиятининг таъсири / Чўлланиш муаммолари: динамика, баҳолаш, ечим. Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. – Самарқанд, 2019. – Б.133-135.

*Рахматуллаев А., Равианов А.* Антропоген омиллар таъсирида Самарқанд вилояти ландшафтларида сув сифатидаги ўзгаришлар // Ўзбекистон география жамияти ахбороти, 2014. 44-жилд. – Б.105-108.

*Рачинский А.А.* Возможности использования грунтовых вод для промывки и вегетационных поливов // Хлопководство. 1963. № 3. – С.22-30.

*Решеткина Н.М.* Перспективы использования грунтовых вод долины р.Зарафшан. В кн.: “Вопросы сельского хозяйства Зарафшанского бассейна”. –Ташкент, 1957. – С.44-49.

Рўзикулова О.Ш., Сабитова Н.И. Зарафшон дарё хавзаси воҳа геосистемаларининг мелиоратив ҳолатини баҳолашнинг географик асослари // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. 2015. 46-жилд. – Б.41-43.

Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 373 с.

Ходжибаев Н.Н., Нейман Б.Я. Гидрологическое обоснование ирригационно-мелиоративных мероприятий. –Ташкент: Фан, 1982. – 89 с.

Эрлапасов Н.Б., Зияев Р.Р. Зарафшон дарёси оқимиға ер ости сувларининг кўшган ҳиссасини баҳолаш // Ўзбекистон табиий ресурслари ва улардан халқ фаровонлиги мақсадларида фойдаланиш. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Тошкент, 2018. – Б. 11-13.

Якубов М.А., Якубов Х.И., Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение. – Ташкент: Узбекистан, 2011. – 189 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА ГРУНТОВЫХ ВОД СРЕДНЕ ЗЕРАВШАНСКИХ ОАЗИСОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ

Б.Е. АДЕНБАЕВ<sup>1</sup>, Х.А. БАРАТОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, bahtiyor.adenbayev@mail.ru

<sup>2</sup> Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, xabib.baratov.87@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются изменения режима грунтовых вод в результате орошения в оазисах Среднего Зеравшана. С этой целью в работе использованы данные Мелиоративной экспедиции Зеравшанского бассейнового управления ирригационных систем и Зеравшанской гидрогеологической экспедиции. На основании этих данных проанализированы изменения режима грунтовых вод под влиянием орошения за последние 1990-2021 годы. В результате установлено, что уровень грунтовых вод и их минерализация за последние годы повысились на орошаемых землях, с востока на запад в Средне Зеравшанского оазиса в связи с влиянием орошения.

**Ключевые слова:** оазис, орошаемые земли, мелиоративная экспедиция, режим грунтовых вод, минерализация, ионный состав, гипсовый слой.

## CHANGE IN GROUNDWATER REGIME MIDDLE ZERAVSHAN OASES UNDER THE INFLUENCE OF IRRIGATION

B.E. ADENBAEV<sup>1</sup>, Kh.A. BARATOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, bahtiyor.adenbayev@mail.ru

<sup>2</sup> Samarkand State University named after Sharof Rashidov, xabib.baratov.87@mail.ru

**Abstract.** The article discusses changes in the groundwater regime as a result of irrigation in the oases of the Middle Zeravshan. For this purpose, the data of the Reclamation Expedition of the Zeravshan Basin Administration of Irrigation Systems and the Zeravshan Hydrogeological Expedition were used in the work. Based on these data, changes in the groundwater regime under the influence of irrigation over the past 1990-2021 are analyzed. As a result, it was found that the level of groundwater and its mineralization increased on irrigated lands, from east to west in the Middle Zeravshan oases due to the impact of irrigation in recent years.

**Keywords:** oases, irrigated lands, reclamation expedition, groundwater regime, mineralization, ionic composition, gypsum layer.

## REFERENCES

- Abdullaev S., Jabbarov Z.A., Zokirova S.K., Rakhmatov Z., Tursunkulova A., Islamova Z.* Kattaqorgon suv omborining atrof tuproq qoplami ekologik meliorativ holatiga ta'siri va uni yaxshilash chora-tadbirlari [Impact of the Kattakurgan reservoir on improving the ecological condition of the surrounding soil cover and measures to improve it]. – Toshkent: “Universitet”, 2020. – 100 b. (in Uzbek)
- Averyanov S.F.* Borba s zasoleniem oroshaemyx zemel [Fight against salinization of irrigated lands]. – M.: Kolos, 1978. – 288 s. (in Russian)
- Baratov X.A.* Iqlim ozgarishi sharoitida sugoriladigan hududlarda grunt suvlar minerallashuvini baholash (Orta Zarafshon vohalari misolida) [Assessment of groundwater mineralization in irrigated lands under climate change (as an example of Middle Zarafshan oases)] / Iqlim o'zgarishi sharoitida gidrometeorologik tadqiqotlar: dolzarb muammolar va ularning yechimlari. Xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari. – Toshkent, 2022. – B. 280-283. (in Uzbek)
- Baratov X.A., Adenbaev B.E.* Orta Zarafshon vohalari sugoriladigan yerlarining suv-tuz balansi [Water-salt balance of irrigated lands of Middle Zarafshan oases] // Ozbekiston geografiya jamiyati axboroti. 2022. 62-jild. – B. 173-177. (in Uzbek)
- Baratov X.A., Adenbaev B.E.* Orta Zarafshon vohalarida yer osti suvlari sathining sugorish rejimiga bogliqligi [Dependence of the groundwater level on the irrigation regime in the Middle Zarafshan oases] / Geografik tadqiqotlar: Innovatsion goyalar va rivojlanish istiqbollari II xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari. – Toshkent, 2022. – B. 574-577. (in Uzbek)
- Duxovniy V.A.* Melioratsiya i vodnoe xozyaystvo zasushlivoy zoni [Reclamation and water management of the arid zone] – Tashkent: Mexnat, 1993. – 300 s. (in Russian)
- Kats D.M.* Kontrol rejima gruntovix vod na oroshaemix zemlyax [Groundwater regime control on irrigated lands]. – M.: Kolos, 1967. – 183 s. (in Russian)
- Kenesarin N.A.* Formirovanie rejima gruntovix vod oroshaemix rayonov na primere golodnoy stepi [Formation of the groundwater regime in irrigated areas on the example of the hungry steppe]. – Izd. AN UzSSR, 1959. – 178 s. (in Russian)
- Kovda V.A.* Vodniy i soleyoviy balans mestnosti i oroshaemix pochv [Water and salt balance of terrain and irrigated soils]. V kn.: Pochvi aridnoy zoni kak obekt oroshenie – M.: Nauka, 1968. – S. 105-136. (in Russian)
- Kostyakov A.N.* Osnovi melioratsii [Fundamentals of land reclamation]. – M.: Selixozgiz, 1967. – 624 s. (in Russian)
- Krilov M.M.* Osnovi meliorativnoy gidrogeologii Uzbekistana [Fundamentals of reclamation hydrogeology of Uzbekistan]. – Tashkent: Izd. AN UzSSR, 1959. – 253 s. (in Russian)
- Lebedev A.V.* Metodi izucheniya balansa gruntovix vod [Methods for studying the balance of groundwater]. – M.: Gosgeoltexizdat, 1963. – 192 s. (in Russian)
- Mirzaev S.Sh., Bakusheva L.P.* Otsenka vliyaniya vodoxozyaystvennix meropriyatiy na zapasi podzemnix vod [Assessment of the impact of water management measures on groundwater reserves]. – Tashkent: Fan, 1979. – 117 s. (in Russian)
- Muxamedjanov Sh.Sh.* Sozдание osnov sistemy bezvozvratnogo ispolzovaniya vodnyx resursov na oroshaemyx zemlyax Uzbekistana [Creating the foundations of a system for the irreversible use of water resources on the irrigated lands of Uzbekistan]. – Tashkent: “Muharrir nashriyoti”, 2022. – 297 s. (in Russian)
- Oxunov F.A.* Sugoriladigan hududlarda yerosti suvlari rejimini organishning ilmiy-uslubiy asoslari (Qarshi choli misolida) [Scientific and methodological foundations for studying the groundwater regime in irrigated areas (on the example of the Karshi steppe)]: Avtoref. diss. ... g.m.f.f.d. (PhD). – Toshkent, 2023. – 43 b. (in Uzbek)
- Raxmatullaev A., Baratov X.A., Bekqulov I., Fayzullaev J.* Arid iqlimli Orta Zarafshon vodiysining grunt suvlar sifatiga inson xojalik faoliyatining tasiri [The impact of human economic activities on the quality of groundwater in the Middle Zarafshan valley with an arid climate] / Chollanish muammolari: dinamika, baholash, yechim. Xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari. – Samarqand, 2019. – B. 133-135. (in Uzbek)
- Raxmatullaev A., Ravshanov A.* Antropogen omillar tasirida Samarqand viloyati landshaftlarida suv sifatidagi ozgarishlar [Changes in water quality in the landscapes of Samarkand region under the

influence of anthropogenic factors] // Ozbekiston geografiya jamiyati axboroti. 2014. 44-jild. – B.105-108. (in Uzbek)

*Rachinskiy A.A.* Vozmojnosti ispolzovaniya gruntovix vod dlya promivki i vegetatsionnix polivov [Possibilities of using groundwater for flushing and vegetation irrigation] // Xlopkovodstvo. 1963. № 3. – S. 22-30. (in Russian)

*Reshetkina N.M.* Perspektivi ispolzovaniya gruntovyx vod doliny r.Zarafshan [Prospects for the use of groundwater in the valley of the Zarafshan river]. V kn.: “Voprosi selskogo xozyaystva Zarafshanskogo basseyna”. – Tashkent, 1957. – S. 44-49. (in Russian)

*Roziqulova O.Sh., Sabitova N.I.* Zarafshon daryosi havzasi voha geosistemalarining meliorativ holatini baholashning geografik asoslari [Geographical basis of assessment of melioration status of oasis geosystems of the Zarafshan river basin] // Ozbekiston geografiya jamiyat axboroti. 2015. 46-jild. – B.41-43. (in Uzbek)

*Xarchenko S.I.* Gidrologiya oroshaemix zemel [Hydrology of irrigated lands]. – L.: Gidrometeoizdat, 1975. – 373 s. (in Russian)

*Xodjibaev N.N., Neyman B.Ya.* Gidrologicheskoe obosnovanie irrigatsionno-meliorativnix meropriyatiy [Hydrological substantiation of irrigation and reclamation measures]. – Tashkent: Fan, 1982. – 89 s. (in Russian)

*Erlapasov N.B., Ziyaev R.R.* Zarafshon daryosi oqimiga yer osti suvlarining qoshgan hissasini baholash [Assessment of the contribution of groundwater to the flow of the Zarafshan River] // Ozbekiston tabiiy resurslari va ulardan xalq farovonligi maqsadlarida foydalanish. Respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi materiallari. – Toshkent, 2018. – B. 11-13. (in Uzbek)

*Yakubov M.A., Yakubov X.I., Yakubov Sh.X.* Kollektorno-drenajniy stok Sentralnoy Azii i otsenka ego ispolzovaniya na oroshenie [Collector-drainage runoff of Central Asia and assessment of its use for irrigation]. – Tashkent: Ozbekiston, 2011. – 189 s. (in Russian)

УДК: 551.1:556.3 (556.55)

## ДАРЁЛАРНИНГ МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ ВА УЛАРНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ МАСАЛАЛАРИ

Б.Ф. ҲИКМАТОВ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Фавқулудда вазиятлар вазирлиги Академияси ҳузуридаги Фуқаро муҳофазаси институти, fvvfmi@umail.uz

**Аннотация.** Мақолада дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблаш усуллари масаласи тарихий ёндашувлар асосида таҳлил қилинган. «Энг катта сув сарфи», «максимал оқим», «оний максимал сув сарфи» каби тушунчаларга тавсиф берилган, уларнинг ўхшашлик томонлари ва фарқлари кўрсатилган. Мавжуд ифодаларнинг аниқликлари ва уларни амалиётда қўллаш қулайликларини таққослаш натижалари асосида тоғ дарёлари максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодаларининг энг мақбул вариантлари таклиф этилган, уларни такомиллаштириши имкониятлари кўрсатилган.

**Калит сўзлар:** дарё, сув сарфи, тўлинсув, тошқин, максимал сув сарфи, ҳисоблаш ифодалари, амалиётда қўллаш, такомиллаштириши имкониятлари.

**Кириш.** Ҳар қандай гидротехник иншоотлар, жумладан, сув омборлари, уларнинг тўғонлари, сув тақсимлаш иншоотлари, каналлар, шунингдек, автомобил ва темир йўллар, кўприklar, электр энергияси ўтказгичлари ва бошқа коммуникация тармоқларини лойиҳалаш, куриш ҳамда уларни эксплуатация қилишда дарёларнинг максимал сув сарфлари ҳақидаги маълумотларга катта эҳтиёж сезилади. Шу туфайли мазкур гидрологик

\* Масъул муаллиф: fvvfmi@umail.uz, тел.: +998 99 834-70-06

муаммо кўплаб олимларнинг эътиборини тортган.

Максимал сув сарфларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш масалалари билан Г.И.Тарловский [Тарловский, 1913], А.В.Огиевский [Огиевский, 1938], Г.П.Воскресенский [Воскресенский, 1956], А.А.Соколов [Соколов, 1966], Г.А.Алексеев [Алексеев, 1967], Д.Л.Соколовский [Соколовский, 1968], С.М.Тумановская [Тумановская, 1986], В.Е.Водогрецкий [Водогрецкий, 1986], М.А.Мамедов [Мамедов, 1989], В.М.Евстигнеев [Евстигнеев, 2016] ва бошқалар шуғулланганлар. Ўрта Осиё дарёлари мисолида ушбу муаммо В.Л.Шульц [Шульц, 1963], Ю.Б.Виноградов [Виноградов, 1970], Ю.М.Денисов [Денисов, 1986] А.Ф.Шахидов [Шахидов, 2008], С.В.Мягков [Мягков, 2010], Б.Ж.Салимова [Салимова, 2011] ва бошқаларнинг илмий ишларида кўриб чиқилган. Бироқ, ҳозирги кунда муҳандислик гидрологиясининг дарёларнинг максимал сув сарфларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш, уларни такомиллаштиришга қаратилган илмий йўналиш ривожланиш босқичларининг тизимли таҳлилига оид умумлаштирилган илмий маълумотлар етарли даражада эмас.

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Ушбу ишнинг асосий мақсади дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг мавжуд усулларини ўрганиш, таҳлил қилиш ва уларни такомиллаштириш имкониятларини ёритишга қаратилган. Ушбу мақсадга эришиш учун тадқиқотда қуйидаги **вазифалар** белгиланди ва ечимини топди: 1) генезиси ва, шунга боғлиқ ҳолда, кузатилиш даврлари ҳамда вақти турлича бўлган максимал сув сарфларига тавсиф бериш; 2) дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг мавжуд усулларини, уларда ҳисобга олинган аргументларга боғлиқ ҳолда, гуруҳларга ажратиш; 3) максимал сув сарфларини турли тадқиқотчилар томонидан турлича ёндашувлар асосида ишлаб чиқилган ифодаларини, уларнинг генезисини ҳисобга олган ҳолда, такомиллаштириш имкониятларини аниқлаш.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Атоқли гидролог-олим В.Л.Шульц таъкидлаганидек: “Ўрта Осиё дарёларида максимал сув сарфлари, одатда, тўлинсув даврига тўғри келади” [Шульц, 1963]. Ушбу фикрни мазмунан давом эттирадиган бўлсак, максимал сув сарфларининг кузатилиш муддатлари, вақти, миқдори дарёларнинг тўйиниш манбаларига боғлиқдир.

Масалан, В.Л.Шульц таснифи бўйича муз-қор билан тўйинадиган дарёларнинг максимал сув сарфлари, асосан, тоғ музликлари ва қор қопламанинг эриши ҳисобига ҳосил бўлади. Шу туфайли мазкур типга мансуб бўлган дарёларда максимал сув сарфлари ёзда кузатилади. Бу ерда, албатта, максимал сув сарфларининг умумий оқимида ёмғир сувларининг ҳиссаси нисбатан кам бўлади.

Қор-муз сувларидан тўйинадиган дарёлар максимал сув сарфларининг шаклланишида ҳам ёмғир сувларининг ҳиссаси кам бўлади. Эриган қор сувларидан тўйинадиган дарёларда, айниқса, қор-ёмғир сувларидан аралаш ҳолда тўйинадиган дарёларда, ёмғир сувлари максимал сув сарфини шакллантиришда фаол иштирок этади. Ўрта Осиё шароитида эриган қор сувлари билан ёмғир сувларининг дарёлар максимал сув сарфларининг ҳосил бўлишидаги иштироки, табиийки, улар ҳавзаларининг жойлашиш ўрни ва ўртача баландлигига боғлиқдир.

Дарёлар максимал оқимининг шаклланишига қордаги сув захираси, музликлар ва қор қопламанинг эриш жадаллиги, шимилиш-инфилтрация жараёнлари, дарё ҳавзаси юзасида сувнинг тўпланиши, ёмғирнинг ёғиш жадаллиги ва давомийлиги, ёғинларнинг ҳавза майдони ҳамда вақт бўйича нотекис тақсимланиши, буғланиш, ҳавзадаги кўллар майдони, улардаги сув ҳажми, ўсимлик қоплами, ҳавзанинг шакли ва бошқа омиллар таъсир қилади [Водогрецкий, 1986].

Гидрологияда оний энг катта, энг катта кунлик, энг катта декадалик, энг катта ойлик, энг катта йиллик, энг катта кўп йиллик сув сарфлари фарқланади. Амалий гидрологияда энг катта оний ва энг катта кунлик сув сарфларига алоҳида эътибор

қаратилади. Уларнинг миқдорлари кичик дарёларда сезиларли даражада фарқланса, дарё қанчалик катта бўлса, бу фарқ шунчалик кичик бўлади. Максимал сув сарфи – дарёда йил давомида аниқланган сув сарфларининг энг катта миқдоридир [Чеботарев, 1978].

Тўлинсув даври максимал оқимнинг шаклланишига таъсир қилувчи омилларни куйидаги икки гуруҳга ажратиш мумкин: 1) атмосфера ёғинларининг ёғиш, қор қоплами ва музликларнинг эриш жадалликларини белгиловчи метеорологик омиллар; 2) ёмғир ва эриган қор, музликлар сувларидан ҳосил бўлган юза оқимнинг йўқотилишига ҳамда сувнинг дарё ўзанида ҳисоб створиғача оқиб ўтиш вақтига таъсир қилувчи омиллар. Юқоридагиларга мос равишда, ёмғир сувлари ва эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган тошқинлар максимал оқимларини ҳам уларнинг ҳосил бўлишини белгиловчи метеорологик ҳамда ҳавзада юза оқим йўқотилишини белгилайдиган ер сирти омилларига бўлиш мумкин.

*Максимал оқим* – баҳорги-ёзги тўлинсув даврида ёки ёмғир тошқинлари шаклида энг катта миқдордаги оқим ҳосил бўлиш жараёнининг умумий номланишидир. Максимал оқим ҳам тўлинсув даврининг асосий тўлқини ёки энг катта ёмғирли тошқинлар оқимининг ҳажми ёки қатлами билан тавсифланади. Максимал оқим, А.И.Чеботаревнинг фикрига кўра, тўлинсув ёки тошқин давридаги максимал сув сарфи ёки максимал оқим модули ўрнида қўлланиладиган шартли атамадир [Чеботарев, 1978].

Максимал оқим одатда, энг катта, яъни максимал сув сарфи билан ифодаланади. Маълумки, максимал сув сарфини ҳисоблаш ва аниқлаш ишлари куйидаги ҳолларда амалга оширилади: 1) гидрологик кузатув маълумотлари етарли даражада мавжуд бўлганда; 2) гидрологик кузатув маълумотлари етарлича бўлмаганда; 3) гидрологик кузатув маълумотлари мавжуд бўлмаганда. Юқоридаги иккинчи ҳолатда максимал сув сарфини ҳисоблаш аналог дарёлар ёрдамида амалга оширилади. Учинчи ҳолатда эса максимал сув сарфлари махсус тузилган турли хил хариталар ёки махсус ҳисоблаш усулларини қўллаш асосида аниқланади [Мамедов, 1989].

Максимал сув сарфларини аниқлашнинг олимлар томонидан ишлаб чиқилган усулларини, яъни максимал сув сарфини ҳисоблаш ифодаларини куйидаги икки гуруҳга ажратиш мумкин [Соколовский, 1968]:

**I. Редукцион ифодалар**, бу турдаги ифодалар дарёлар максимал оқими модуларининг улар сув тўплаш майдонларининг ортиши билан камайиб боришини акс эттиради.

**II. Ҳажмий ифодалар**, ушбу ифодаларда максимал сув сарфи тўлинсув давридаги оқим ҳажми, унинг давомийлиги ва гидрографнинг геометрик шакли функцияси деб қабул қилинади.

**I. Редукцион ифодалар**, ўз навбатида, иккита кичик гуруҳга бўлинади: *эмпирик ифодалар*; *ярим эмпирик ифодалар*.

Ушбу тадқиқот ишининг мақсади ва вазифаларидан келиб чиққан ҳолда, куйида ҳар бир кичик гуруҳни алоҳида кўриб чиқамиз.

**I. Эмпирик ифодалар**. Махсус адабиётларда [Соколовский, 1968, Горошков, 1978, Мамедов, 1989, Евстигнеев, 2016] қайд этилганидек, турли йилларда турли тадқиқотчилар томонидан олинган эмпирик ифодалар куйидаги умумий шаклга эга:

$$q_{\text{мак}} = \frac{A}{F^n}, \quad (1)$$

бу ерда:  $q_{\text{мак}}$  – максимал оқим модули бўлиб,  $у$  л/с·км<sup>2</sup> ёки м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> да ҳисобланади;  $A$  – ўрганилаётган сув ҳавзасининг максимал сув бериш жадаллиги, мм/соат;  $F$  – дарёнинг сув тўплаш майдони, км<sup>2</sup>;  $n$  – боғланишнинг бурчак коэффиценти.

Муайян ҳолатлар учун юқоридаги каби эмпирик ифодалар куйидаги тадқиқотчилар

томонидан таклиф қилинган:

1) Г.И.Тарловский ифодаси [Тарловский, 1913]:

$$q_{\max} = \frac{A}{\sqrt[n]{F}}; \quad (2)$$

2) Д.Л.Соколовский ифодаси [Соколовский, 1968]:

$$q_{\max} = \frac{K_p \cdot A_{\max,в}}{(F+1)^n} \cdot \delta, \quad (3)$$

бу ерда:  $K_p$  – ўлчам бирлиги коэффиценти;  $A_{\max,в}$  – элементар сув тўплаш ҳавзасидан баҳорги оқимнинг максимал модулини ёки дарё ўзанига ёнбағирлардан қўшиладиган сув оқимининг максимал жадаллигини ифодалайдиган катталиқ. Унинг қиймати (3) ифода ёрдамида, реал ҳолат учун олинган маълумотлар асосида, тескари ҳисоблаш йўли билан аниқланади;  $\delta$  – кўллар, ботқоқликлар, ўрмонлар, тупроқларнинг сув ўтказувчанлиги, карст ва дарё оқимининг бошқа кўрсаткичлари таъсирини ҳисобга оладиган умумлашма коэффицент.

**2. Ярим эмпирик ифодалар.** Ушбу кичик турга мансуб бўлган ифодалар максимал оқим модулини ( $q_{\max}$ ) қуйидагиларга боғлиқ ҳолда аниқлаш имконини беради: 1)  $i_i$  – қор эришининг максимал жадаллиги, мм/соат; 2)  $h_c$  – қор қоплами қалинлиги, см; 3)  $F$  – дарёнинг сув тўплаш майдони, км<sup>2</sup>; 4)  $\tau$  – ўзанда сувнинг оқиб ўтиш вақти, соат, сутка ва бошқалар.

Юқоридаги гидрологик катталиқлардан фойдаланган ҳолда, К.П.Воскресенский [Воскресенский, 1956] томонидан текислик худудларидаги дарёлар учун олинган қуйидаги тенглама ярим эмпирик ифодаларга ёрқин мисолдир:

$$q_{\max} = \frac{K_в \cdot h_в}{(F+c)^n}, \quad (4)$$

бу ерда:  $h_в$  – баҳорги оқим қатлами, карта орқали аниқланади;  $K_в$  – дарё ҳавзаси максимал сув бериш қобилиятининг баҳорги оқим қатламига нисбатини ифодалайди:

$$K_в = \frac{A_{\max,в}}{h_в}. \quad (5)$$

Юқорида келтирилган (4) ифодадаги  $C$  белгиси  $lg q_{\max} = f(lg F)$  кўринишдаги боғланиш эгри чизиғининг ночизиклигини ҳисобга олувчи параметрдир.

Кейинчалик, К.П.Воскресенскийнинг 1956 йилда таклиф қилинган ушбу ярим эмпирик (4) ифодаси, А.А.Соколов [Соколов, 1966] томонидан такомиллаштирилган ва қуйидаги кўринишга келган:

$$q_{\max,р} = \frac{K_в \cdot h_в}{(F+1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2, \quad (6)$$

бу ерда:  $q_{\max,р}$  – таъминланганлиги  $P$  (%) бўлган максимал оқим модули;  $\delta_1, \delta_2$  – кўллар, ботқоқликлар ва ўрмонларнинг дарё оқимининг максимал миқдорини камайтиришга таъсирини ҳисобга оладиган тузатиш коэффицентлари.

Кейинчалик Г.А.Алексеев [Алексеев, 1967] томонидан такомиллаштирилган ҳамда таклиф этилган ифода дарё ҳавзасида кўллар ва сув омборлари мавжудлигини ҳам ҳисобга

олади:

$$q_{\max} = \frac{r \cdot P_{\max}}{1 + \frac{P_{\max} \cdot L}{h \cdot v}}, \quad (7)$$

бу ерда:  $r$  – ўрганилаётган дарё оқимининг кўллари ва сув омборлари таъсирида бошқарилишини ҳисобга оладиган коэффициент;  $P_{\max}$  – сув тўплаш ҳавзаси ёнбағирларидан дарё ўзанига қўшилаётган оқимнинг максимал модули (ёки жадаллиги);  $h$  – тошқин сув қатлами, мм;  $L$  – бош ўзан узунлиги, км;  $v$  – дарё узунлиги бўйича оқиб ўтишнинг ҳисоб тезлиги, км/сутка.

**II. Ҳажмий ифодалар.** Баҳорги тўлинсув давридаги максимал сув сарфини ҳисоблашнинг ҳажмий ифодалари А.В.Огиевский [Огиевский, 1938], В.И.Мокляк [Мокляк, 1965] ва бошқалар томонидан таклиф қилинган. Масалан, 1938 йилдаёқ А.В.Огиевский томонидан ишлаб чиқилган, мазкур гуруҳга мансуб бўлган ифода куйидаги кўринишга эга бўлган:

$$Q_{\max} = \frac{0,0116 \cdot 2,0h \cdot F}{T_{\text{в}} + \tau} = \frac{0,023h \cdot F}{T_{\text{в}} + \tau}, \quad (8)$$

бу ерда:  $Q_{\max}$  – максимал сув сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $h$  – оқим қатлами, мм;  $F$  – дарёнинг сув тўплаш майдони, км<sup>2</sup>;  $T_{\text{в}}$  – ҳавзанинг сув бериш давомийлиги, сутка ҳисобида;  $\tau$  – оқимнинг ёнбағирлар ва дарё ўзанидан оқиб ўтиш вақти:  $\tau = \frac{L}{v}$ ;  $L$  – бош ўзан узунлиги, км;  $v$  – дарё ўзанида ҳаракатланган оқимнинг ҳисоб тезлиги, км/сутка;  $T_{\text{в}} + \tau = T_{\text{п}}$  – тўлинсув даврининг давомийлиги, сутка.

Максимал оқим модули  $q_{\max}$  ни ҳисоблаш учун В.И.Мокляк [Мокляк, 1965] томонидан таклиф қилинган ифода гидрографнинг шаклини ҳамда ҳавзада ботқоқликлар ва ўрмонларнинг таъсирини ҳисобга олади:

$$q_{\max} = \frac{0,0116 K_{\text{ф}}'' \cdot h_{\text{в}}}{m \cdot T_{\text{в}} + \varepsilon + t_{\text{н}}}, \quad (9)$$

бу ерда:  $K_{\text{ф}}''$  – гидрограф шаклини ҳисобга оладиган коэффициент,  $K_{\text{ф}}'' = 2,8$  деб қабул қилинса, тўлинсув даври гидрографи тескари параболага ўхшаш бўлади;  $h_{\text{в}}$  – баҳорги оқим қатлами, оқим картасидаги изолиниялар бўйича аниқланади, мм;  $m$  – кўллари ва ўрмонларнинг таъсирида ҳавзанинг сув бериш қобилятини узайтирадиган коэффициент ( $m > 1,0$ );  $T_{\text{в}}$  – ҳавзанинг сув бериш давомийлиги, сутка;  $\tau$  – оқиб ўтиш вақти, сутка;  $t_{\text{н}}$  – ҳавзада қор эриш (сув бериши) силжишининг давомийлиги, сутка.

Гидрологик ҳисоблашлар амалиётида кенг қўлланиладиган СНиП2.01.14-83 ҳужжатига асосан, баҳорги тошқиннинг максимал сув сарфларини ҳисоблаш куйидаги ифода бўйича амалга оширилади:

$$Q_{\text{р}} = \frac{K_0 \cdot h_{\text{р}}}{(F + A_1)^{n_1}} \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F, \quad (10)$$

бу ерда:  $Q_{\text{р}}$  –  $P$  (%) таъминланганликдаги максимал сув сарфи;  $K_0$  – юқоридаги ифода бўйича тескари ҳисоблаш йўли билан, аналог дарёлар маълумотлари бўйича, аниқланадиган параметр;  $h_{\text{р}}$  –  $P$  (%) таъминланганликдаги тўлинсув даври оқими қатлами, мм, унинг қиймати  $h_{\text{р}} = f(F)$  боғланиш асосида аниқланади;  $\mu$  – оқим қатлами ва максимал сув сарфлари таъминланиш эгри чизиқлари параметрларининг тенг эмаслигини ҳисобга

оладиган коэффициент,  $\mu$  нинг зоналар бўйича районлаштирилган харитаси мавжуд;  $\delta$  – сув омборлари, сув ҳавзалари ва оқар кўллarning таъсирини ҳисобга олиш коэффициенти;  $\delta_1$  – ўрмон билан қопланган сув тўплаш ҳавзаларида максимал оқимнинг камайишини ҳисобга олиш коэффициенти;  $\delta_2$  – ботқоқликлар мавжуд бўлган ҳавзаларда максимал оқимнинг камайишини ҳисобга олиш коэффициенти;  $F$  – сув тўплаш ҳавзаси майдони, км<sup>2</sup>;  $A_1$  – кичик ҳавзалар майдонларида редукциянинг камайишини ҳисобга оладиган параметр;  $n_1$  – максимал оқимнинг камайиш кўрсаткичи.

Таъкидлаш лозимки,  $n_1$  ва  $A_1$  параметрлар зоналар бўйича районлаштирилган, яъни уларнинг қийматини аниқлаш учун махсус хариталар тузилган.

Текислик дарёларидан фарқли равишда, тоғ дарёларида эриган қор ва музликлар сувларидан ҳосил бўлган максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодасида фақат  $\delta$  коэффициент ҳисобга олинади. Бу коэффициент кўлл ва сув омборлари таъсирида  $Q_{\max}$  қийматларининг камайишини ҳисобга олади. Ўрмон билан қопланганлик ( $\delta_1$ ) ва ботқоқлилиқ ( $\delta_2$ ) коэффициентлари ҳисобга олинмайди, чунки улар тоғли ҳудудларда мавжуд бўлмайди ёки энг кучли омил – вертикал зоналлик туфайли уларнинг таъсири сезилмайди.

Юқорида баён этилганларни ҳисобга олган ҳолда, паст ва ўртача баландликлардаги тоғли ҳудудлардан оқиб тушадиган дарёларнинг максимал сув сарфларини ҳисоблаш учун қуйидаги ифода таклиф этилади:

$$Q_p = q_p \cdot F = \frac{k_o \cdot h_p}{(F+1)^n} \mu \cdot \delta \cdot F, \quad (11)$$

ушбу ифодадаги шартли белгилашлар юқоридаги ифодаларга мос келади.

Кавказ ва Ўрта Осиёнинг ўртача баландлиги 2000 м дан ортиқ бўлган тоғли минтақалари дарёларининг максимал сув сарфини ҳисоблаш гидрологик аналогия усули билан амалга оширилади:

$$Q_p = \frac{q_p^{(a)} (F_a + 1)^{0,15}}{h_{Г,Р}^{(a)} \delta_a} \cdot \frac{h_{Г,Р} \cdot \delta}{(F+1)^{0,15}}, \quad (12)$$

бу ерда:  $Q_p$  –  $P(\%)$  таъминланганликдаги максимал сув сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $q_p^{(a)}$  – аналог дарёнинг  $P(\%)$  таъминланганликдаги максимал оқим модули, л/с·км<sup>2</sup>;  $F$ ,  $F_a$  – ўрганилаётган ва аналог дарё ҳавзаларининг майдонлари, км<sup>2</sup>;  $h_{Г,Р}$  – тўлинсув давридаги оқим қатлами, мм.

Тоғ дарёларининг эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган максимал оқими модулини ҳисоблаш учун Ю.М.Денисов [Денисов, 1986] томонидан таклиф қилинган ифода қуйидаги кўринишга эга:

$$\bar{M}_{\max} = \frac{0,325 \cdot h}{2,64 \cdot \delta_n + 0,020 \sqrt{h}}, \quad \text{л/с} \cdot \text{км}^2, \quad (13)$$

бу ерда:  $h$  – тўлинсув даври оқими қатлами, мм;  $n$  – дарё ҳавзаси ўртача баландлигининг ўртача квадратли четлашиши, км.

Гидрологик ҳисоблашлар амалиётида кўпинча редукция турига мансуб бўлган қуйидаги эмпирик ифодадан фойдаланилади:

$$Q_p = q_p \cdot F = \frac{B_p}{(F+b)^n} \delta, \quad (14)$$

бу ерда:  $B_p$  – "элементар", яъни  $F \rightarrow 0$  сув тўплаш ҳавзаси максимал оқим модулини

ифодалайдиган параметр, унинг қийматини аниқлаш учун махсус хариталар яратилган;  $b$  – кичик майдонлар зонасида редукциянинг камайишини ҳисобга оладиган параметр,  $b \geq 1,0$ ;  $\delta$  – кўллар, ботқоқликлар ва бошқа таъсирлар ҳисобига  $Q_{\max}$  нинг камайишини ҳисобга оладиган коэффицент.

Ҳажмий ифода Д.Л.Соколовский [Соколовский, 1968] томонидан ҳам таклиф этилган бўлиб, қуйидаги кўринишга эга:

$$Q_p = \frac{0,28\alpha(H_T - H_0)}{t_n} f \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F, \quad (15)$$

бу ерда:  $Q_p$  –  $P(\%)$  таъминланганликдаги максимал сув сарфи,  $m^3/c$ ;  $\alpha$  – оқим коэффиценти, уни аниқлаш учун махсус харита тузилган;  $H_T$  – ёғин қатлами, мм;  $H_0$  – ҳавза сиртининг дастлабки намланишига кетадиган ёғин қатлами, мм;  $t_n$  – гидрограф кўтарилишининг давом этиш вақти, соат ёки сутка;  $f$  – гидрограф шаклини ҳисобга оладиган коэффицент, параболик шакл қабул қилинганда  $f \approx 2,8$ ;  $\delta_1$  – кўлларнинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффицент;  $\delta_2$  – ўрмон ва ботқоқликларнинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффицент;  $F$  – сув тўплаш ҳавзаси майдони,  $km^2$ .

Юқорида баён этилган фикр-мулоҳазаларнинг синтези сифатида, дарёлар максимал сув сарфларини, генезиси, яъни уларни ҳосил қилувчи гидрометеорологик омилларга боғлиқ ҳолда, қуйидаги турларга ажратиш мумкин:

- 1) ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 2) эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 3) аралаш, яъни эриган қор сувлари ва ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 4) эриган тоғ музликлари сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари;
- 5) сув ҳавзалари (кўллар, сув омборлари) тўғонлари шикастланиши натижасида ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари.

Максимал сув сарфларини такомиллаштиришга қаратилган келгуси тадқиқотларда уларнинг генезисини ҳисобга олиш жуда муҳимдир. Муаммога бундай ёндашув, келажакда дарёларнинг максимал сув сарфлари билан уларни ҳосил қилувчи табиий омиллар орасидаги боғланишларни статистик баҳолашда энг асосий аргументларни белгилаб олишнинг катта имкониятларини яратади.

Бажарилган тадқиқот натижаларининг таҳлили асосида, **хулоса** сифатида қуйидагиларни қайд этиш мумкин:

1. Тўйиниш манбалари турлича бўлган дарёлар максимал сув сарфларининг шаклланиш шароитлари ва уларни ҳисоблаш усуллари кўриб чиқилди. Музлик-қор ва қор-музлик сувларидан тўйиниш турига мансуб бўлган тоғ дарёларида максимал сув сарфлари, асосан, қор қоплами ва музликларнинг жадал суратларда эриши натижасида ҳосил бўладиган сув оқимлари ҳисобига шаклланади.

2. Максимал сув сарфларини ҳисоблаш усуллари ретроспектив таҳлили ўтказилди. Тадқиқотчилар томонидан турли йилларда тавсия этилган максимал сув сарфларининг ҳисоблаш ифодалари икки гуруҳга бўлинди: редукцион ва ҳажмий ифодалар. Ҳисоблаш ифодаларининг иккинчи гуруҳи, ўз навбатида, эмпирик ва ярим эмпирик ифодаларга бўлинди.

3. Ўрта Осиёнинг паст ва ўрта тоғли ҳамда баланд тоғли минтақаларида шаклландиган дарёларнинг максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг универсал ифодалари аниқланган. Ю.М.Денисов томонидан таклиф этилган ифода, тоғ дарёларида эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфини ҳисоблаш учун энг мос келадиган ифода ҳисобланади.

4. Тоғ дарёлари максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодаларини

такмиллаштириш мақсадида, улар генезиси бўйича ёмғир сувларидан, эриган қор сувларидан, эриган қор ва ёмғирнинг аралаш сувларидан, музликларнинг эришидан ҳосил бўлган сувлардан, сув ҳавзалари тўғонларининг шикастланиши натижасида ҳосил бўладиган турларга ажратилди. Масалага бундай ёндашув дарёлар максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодаларини статистик йўл билан аниқлашда асосий аргументларни танлаш имконини беради.

**Миннатдорчилик.** Муаллиф мақолани тайёрлашда илмий ва услубий маслаҳатларини аямаган устозларга, жумладан, проф. Ф.Ҳикматов ва г.ф.д., доцент Ғ.Х.Юнусовларга ўз миннатдорчилигини билдиради. Муаллиф қўлёзманинг нашрга тайёрланган матнини ўқиб чиқди ва уни чоп этишга розилигини билдирди.

## АДАБИЁТЛАР

*Алексеев Г.А.* Объективные статистические методы расчета и обобщения параметров максимального дождевого стока / Международный симпозиум по паводкам и их расчетам. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – С. 15.

*Бавина Л.Г., Грошева В.В.* Исследование соотношений срочных и среднесуточных максимальных расходов весеннего половодья // Труды ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 58-72.

*Виноградов Ю.Б.* Дождевые паводки и методика их расчета в условиях Средней Азии и Южного Казахстана. Дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук. – Алма-Ата, 1970. – 443 с.

*Водогрецкий В.Е., Ефимова Л.В.* Учет влияния уклонов склонов на максимальный сток весеннего половодья малых неизученных рек // Тр. ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 44-52.

*Воскресенский К.П.* Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках. – Л.: Гидрометеоиздат, 1956. – 468 с.

*Горошков И.Ф.* Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 432 с.

*Денисов Ю.М.* О расчете максимальных расходов воды дождевых паводков // Тр. САРНИГМИ. – М.: Гидрометеоиздат, 1986. – С. 23-43.

*Евстигнеев В.М., Магрицкий Д.В.* Речной сток. Методические основы современной практики гидрологических расчетов. – М.: Изд-во Триумф, 2016. – 224 с.

Закономерности гидрологических процессов. – М.: ГЕОС, 2012. – С. 146-195.

*Лексакова В.Д.* Приведение рядов максимального дождевого стока к многолетнему периоду (на примере рек бассейна Ангары) // Труды ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 99-107.

*Лопух П. С., Токарчук О. В.* Гидрология. Словарь терминов и понятий. – Минск: Изд-во БГУ, 2021. – 41 с.

*Мамедов М.А.* Расчеты максимальных расходов воды горных рек. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 184 с.

*Мокляк В.И.* Формирование максимальных расходов от талых вод и их расчеты. – Киев, 1965. – 118 с.

*Мягков С.В.* Геоинформационная система «Сели и прорывоопасные озера» // Экологический вестник. – Ташкент, 2010. – №6 (111). – С.15-16.

СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1983. – 97 с.

*Огиевский А.В.* Новая формула для вычисления весенних расходов в реках // Метеорология и гидрология, 1938. № 3. – С. 24-31.

*Салимова Б.Д.* Метод расчета максимальных расходов дождевых вод с малых водосборов (на примере рек Средней Азии). – Ташкент: НИГМИ, 2011. – 95 с.

*Сирлибаева З.С., Саидова С.Р.* Гидрологик ҳисоблашлар. – Тошкент: Университет, 2004. – 92 б.

*Соколов А.А.* Методика расчета максимальных расходов талых вод при отсутствии или недостаточности гидрометеорологических данных // Труды ГГИ, 1966. – Вып. 134. – С. 3-54.

*Соколовский Д.Л.* Речной сток. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 539 с.

*Тарловский Г.И.* Нормы стока для расчета прудовых водоемов. – В кн.: Труды 2-го. съезда

инженеров-гидротехников. – Москва, 1913. – С. 81-93.

Тумановская С.М. Методы расчета максимальных расходов воды дождевых паводков // Труды ГГИ, 1986. – Вып. 324. – С. 3-26.

Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.

Хикматов Б.Ф. Тўғони бузилиши хавфи бўлган кўллардан оқиб чиқадиган максимал сув сарфини ҳисоблаш. География фанлари бўйича фалсафа доктори ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2021. – 41 б.

Хикматов Б.Ф., Пирназаров Р.Т. О рисках, связанных с прорывоопасными озерами // Наука, защита, безопасность. Научно-практический журнал. – Ташкент, 2018. – Вып. 1(1). – С. 85-91.

Шахидов А.Ф., Салимова Б.Д., Денисов Ю.М. МКН 27-2007. Руководство по расчету максимальных расходов дождевых вод // Ведомственные нормы и правила. – Ташкент, 2008. – 60 с.

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 302 с.

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК И ВОПРОСЫ ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Б.Ф. ХИКМАТОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт гражданской защиты при Академии МЧС Республики Узбекистан, fvvfmi@umail.uz

**Аннотация.** Статья посвящена ретроспективному рассмотрению методов расчета максимальных расходов воды рек. Даны определения таким понятиям, как «максимальный сток», «максимальный расход воды», «срочный максимальный расход воды» и другим, показаны особенности их аналогии и различия. В результате сопоставления, точности и возможности практического применения существующих выражений предложены наиболее подходящие формулы для расчета максимальных расходов воды горных рек, показаны возможности их усовершенствования.

**Ключевые слова:** река, расход воды, половодье, паводок, максимальный расход воды, расчетные формулы, практическое применение, возможности усовершенствования.

## METHODS FOR CALCULATION OF MAXIMUM WATER DISCHARGE OF RIVERS AND THEIR IMPROVEMENT ISSUES

B.F. KHIKMATOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Civil Protection under the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, fvvfmi@umail.uz

**Abstract.** The article is devoted to a retrospective review of methods for calculating the maximum water flow in rivers. Definitions of such concepts as "maximum flow", "maximum water flow", "urgent maximum water flow" and others are given, the features of their analogy and differences are shown. As a result of comparison, accuracy and the possibility of practical application of existing expressions, the most appropriate formulas for calculating the maximum water flow in mountain rivers are proposed, and the possibilities for their improvement are shown.

**Keywords:** river, water flow, high water, high water, maximum water flow, calculation formulas, practical application, improvement opportunities.

## REFERENCES

Alekseev G.A. Ob'ektivnie statisticheskie metodi rascheta i obobsheniya parametrov maksimalnogo dojdevoogo stoka [Objective statistical methods for calculating and generalizing the

parameters of maximum rainfall] / Mejdunarodniy simpozium po pavodkam i ix raschetam. – L.: Gidrometeoizdat, 1967. – S. 15. (in Russian)

*Bavina L.G., Grosheva V.V.* Issledovanie sootnosheniy srochnix i srednosutochnix maksimalnix rasxodov vesennego polovodya [Investigation of the ratios of urgent and average daily maximum costs of the spring flood] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 58-72. (in Russian)

*Vinogradov Yu.B.* Dojdevqe pavodki i metodika ix rascheta v usloviyax Sredney Azii i Yujnogo Kazaxstana [Rain floods and methods of their calculation in the conditions of Central Asia and South Kazakhstan]. Diss. na soiskanie uchenoy stepeni doktora texnicheskix nauk. – A lma-Ata, 1970. – 443 s. (in Russian)

*Vodogretskiy V.E., Yefimova L.V.* Uchet vliyaniya uklovov sklonov na maksimalniy stok vesennego polovodya malix neizuchennix rek [Accounting for the influence of slope slopes on the maximum runoff of the spring flood of small unexplored rivers] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 44-52. (in Russian)

*Voskresenskiy K.P.* Gidrologicheskie rascheti pri proektirovanii sooruzheniy na malix rekax, ruchyax i vremennix vodotokax [Hydrological calculations in the design of structures on small rivers, streams and temporary watercourses]. – L.: Gidrometeoizdat, 1956. – 468 s. (in Russian)

*Goroshkov I.F.* Gidrologicheskie rascheti [Hydrological calculations]. – L.: Gidrometeoizdat, 1979. – 432 s. (in Russian)

*Denisov Yu.M.* O raschete maksimalnix rasxodov vodi dojdevix pavodkov [On the calculation of the maximum water flow rates of rain floods] // Tr. SARNIGMI. – M.: Gidrometeoizdat. –1986. – S. 23-43. (in Russian)

*Evstigneev V.M., Magritskiy D.V.* Rechnoy stok. Metodicheskie osnovi sovremennoy praktiki gidrologicheskix raschetov [River runoff. Methodical bases of modern practice of hydrological calculations]. – M.: Izd-vo Triumf, 2016. – 224 s. (in Russian)

Zakonomernosti gidrologicheskix protsessov [Regularities of hydrological processes]. – M.: GEOS, 2012. – S. 146-195. (in Russian)

*Leksakova V.D.* Privedenie ryadov maksimalnogo dojdevogo stoka k mnogoletnomu periodu (na primere rek basseyna Angari) [Bringing the series of maximum rainfall to a multi-year period (on the example of the rivers of the Angara basin)] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 99-107. (in Russian)

*Lopux P.S., Tokarchuk O.V.* Gidrologiya. Slovar terminov i ponyatiy [Hydrology. Dictionary of terms and concepts]. – Minsk: BGU, 2021. – 41 s. (in Russian)

*Mamedov M.A.* Rascheti maksimalnix rasxodov vodi gornix rek [Calculations of the maximum flow rates of water in mountain rivers]. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 184 s. (in Russian)

*Moklyak V.I.* Formirovanie maksimalnix rasxodov ot talix vod i ix rascheti [Formation of the maximum costs from melt water and their calculations]. – Kiev, 1965. – 118 s. (in Russian)

*Myagkov S.V.* Geoinformatsionnaya sistema «Seli i prorivoopasnie ozera» [Geoinformation system "Mudflows and outburst-prone lakes"] // Ekologicheskiiy vestnik. –Tashkent, 2010. – №6 (111). – S. 15-16. (in Russian)

SNiP2.01.14-83. Opredelenie raschetnix gidrologicheskix xarakteristik [Determination of calculated hydrological characteristics]. – M.: Stroyizdat, 1983. – 97 s. (in Russian)

*Ogievskiy A.V.* Novaya formula dlya vichisleniya vesennix rasxodov v rekax [New formula for calculation of spring discharges in rivers] // Meteorologiya i gidrologiya, 1938, № 3. – S. 24-31. (in Russian)

*Salimova B.D.* Metod rascheta maksimalnix rasxodov dojdevix vod s malix vodosborov (na primere rek Sredney Azii) [Method for calculating the maximum discharge of rainwater from small watersheds (on the example of the rivers of Central Asia)]. – Tashkent: NIGMI, 2011. – 95 s. (in Russian)

*Sirlibaeva Z.S., Saidova S.R.* Gidrologik hisoblashlar [Hydrological calculations]. – Toshkent: Universitet, 2004. – 92 b. (in Uzbek)

*Sokolov A.A.* Metodika rascheta maksimalnix rasxodov talix vod pri otsustvii ili nedostatochnosti gidrometeorologicheskix dannix [Methodology for calculating the maximum discharge of melt water in the absence and insufficiency of hydrometeorological data] // Trudi GGI, 1966. Vip. 134. – S. 3-54. (in Russian)

- Sokolovskiy D.L.* Rechnoy stok [River runoff]. – L.: Gidrometeoizdat, 1968. – 539 s. (in Russian)
- Tarlovskiy G.I.* Normi stoka dlya rascheta prudovix vodoemov [Flow rates for calculating pond water bodies. In the book]. – V kn.: Trudi 2-go. s'ezda injenerov-gidrotexnikov. – Moskva, 1913. – S. 81-93. (in Russian)
- Tumanovskaya S.M.* Metodi rascheta maksimalnix rasxodov vodi dojdevix pavodkov [Methods for calculating the maximum flow of water during rain floods] // Trudi GGI, 1986. – Vip. 324. – S. 3-26. (in Russian)
- Chebotarev A.I.* Gidrologicheskiy slovar [Hydrological dictionary]. – L.: Gidrometeoizdat, 1978. – 308 s. (in Russian)
- Xikmatov B.F.* Togoni buzilishi xavfi bolgan kollardan oqib chiqadigan maksimal suv sarfini hisoblash [Calculation of the maximum flow of water from lakes at risk of dam failure]. Geografiya fanlari boyicha falsafa doktori dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2021. – 41b. (in Uzbek)
- Xikmatov B.F., Pirnazarov R.T.* O riskax, svyazannix s prorivoopasnimi ozerami [On the risks associated with outburst lakes] // Nauka, zashita, bezopasnost. Nauchno-prakticheskiy jurnal. – Tashkent, 2018. – Vip. 1(1). – S. 85-91. (in Russian)
- Shaxidov A.F., Salimova B.D., Denisov Yu.M.* MKN 27-2007. Rukovodstvo po raschetu maksimalnix rasxodov dojdevix vod [Guidelines for calculating maximum rainwater discharges] // Vedomstvennie normi i pravila. – Tashkent, 2008. – 60 s. (in Russian)
- Shults V.L.* Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1963. – 302 s. (in Russian)

УДК 551.4 (575.172)

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ПРИАРАЛЬЯ

В.А. РАФИКОВ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Институт Сейсмологии Академии наук Республики Узбекистан, uz-hydrolog@mail.ru

**Аннотация:** В новую эру Аральское море в зависимости от притока речных вод, главным образом из-за миграции Амударьи, претерпело ряд трансгрессий и регрессий. К середине XX века море находилось, если так можно выразиться, в состоянии «условно-естественного режима». Правда, с достаточно высокой степенью условности, но в квазистабильном состоянии, хотя уже и орошалось около 4 млн. га земель в его бассейне. Развитие орошаемого земледелия в бассейновых государствах, кроме Туркменистана, завершилось в 90-ые годы прошлого века, и площадь орошаемых земель в бассейне достигла примерно 8 млн. га. Как бы то не было, но проблемы Арала и Приаралья необходимо ныне преодолевать Узбекистану. Поэтому, очевидно, требуется актуализировать научное объяснение протекающего кризиса, выявить его особенности и определиться с комплексом мер по ликвидации последствий адекватных складывающимся обстоятельствам и возможностям.

**Ключевые слова:** Аральское море, Аралкум, опустынивание, засуха, деградация, деструкция, ландшафт, геосистема, экосистема.

**Введение.** Обычно считается, что катастрофа Аральского моря была результатом централизованной политической системы в бывшем СССР. Но это не совсем верно, потому что подобный экологический кризис также имеет место в развитых странах.

\* Ответственный автор: uz-hydrolog@mail.ru, тел.: +998 90 349-33-15

Например, сегодня мир наблюдает за кризисом озера Солтон-си в США, экосистема которого также умирает, несмотря на огромный экономический потенциал страны.

Другим примером является экологический кризис озера Урмия в Иране, где очень сильные мусульманские традиции в отношении к воде – отличные от социалистической или капиталистической идеологии.

Причиной такого экологического кризиса является не только уровень и путь национального развития, общества идеологии или религии, но, прежде всего, недостаточная ответственность человечества и общества перед природой.

Строительство крупнейшего в мире искусственного канала – Каракумского и создание огромных орошаемых массивов во всей Центральной Азии – в соответствии со Сталинским планом по преобразованию природы (утвержден Совмином СССР 20 октября 1948 года) – было провозглашено **победой над пустыней!** Однако, спустя 40 лет природа отомстила – и вместо отвоёванной пустыни **создала новую – Аралкум.**

Антропогенные факторы (главные из которых интенсивная ирригация и развитие гидроэнергетики) совместно с естественными факторами (аридность климата – сочетание высоких температур воздуха, высокой испаряемости и незначительного количества осадков) также привели к гибели Арала.

**Методика и объекты исследования.** Центральная Азия занимает обширную внутриконтинентальную замкнутую территорию в бассейне Аральского моря. В гипсометрическом отношении регион находится в диапазоне от 132 м ниже уровня океана до 7495 м выше его. Здесь по генезису и естественной структуре чередуются самобытные ландшафты. По ландшафтному разнообразию на долю пустынь, полупустынь и сухих степей приходится 76% территории региона, которая находится в зоне взаимопроникновения азиатских и средиземноморских растительных сообществ с высоким показателем эндемизма.

В Центральной Азии нет естественных ландшафтов, в той или иной степени не затронутых хозяйственной деятельностью человека. Значительная часть их в разной степени подвержена процессам опустынивания. Научно-исследовательские работы по аридной проблематике получили развитие в связи с реализацией национальных программ действий по борьбе опустыниванием в рамках Центральноазиатского региона. При этом широко использовались результаты аэро- и космических наблюдений, многолетних наземных исследований, различные тематические карты, статистические материалы. В первую очередь, была разработана типология пустынных ландшафтов и выявлены факторы, способствующие развитию опустынивания.

В результате определены шесть причин этого явления:

1. Деградация растительного покрова.
2. Дефляция, перенос и аккумуляция песчаных отложений.
3. Водная эрозия почв лёгкого механического состава.
4. Засоление и заболачивание грунтов.
5. Перевыпас.
6. Техногенное разрушение структуры целинных земель.

Как любой динамический природный процесс, опустынивание может быть диагностировано и оценено путём сравнительного анализа, то есть сопоставления двух разных состояний. Это может быть сделано двумя существенно различающимися методами:

- сопоставлением состояния одной и той же территории в различные периоды времени;
- сопоставлением состояния двух различных территорий в один и тот же момент времени.

В первом случае может быть установлен факт опустынивания, определена степень и скорость процесса, особенно если рассматривается достаточно большой промежуток времени. Во втором используется принцип сравнительно-географического анализа, в основе которого лежит гипотеза соответствия или подобия географического ряда явлений их генетическому ряду. В этом случае могут быть установлены лишь сам факт процесса опустынивания и степень его проявления в каких-то относительно условных величинах. Поскольку все природные процессы характеризуются различными качественными и количественными проявлениями в условиях естественного состояния ландшафта и на обрабатываемых землях, целесообразно проводить оценку процесса опустынивания отдельно для естественных экосистем, включая природные пастбища, и искусственно созданных агроэкосистем. Это позволяет разработать методы диагностики и контроля ряда физических, биологических и социальных факторов на основе применения специальных индикаторов в целях своевременного выявления негативных процессов в аридных экосистемах.

**Обсуждение результатов.** Проблема Аральского моря и Приаралья является в значительной степени сложной, комплексной и многоплановой, вследствие чего для её успешного решения необходимо принять целую систему взаимосвязанных практических мероприятий. Оптимизации нарушенного экологического равновесия в регионе можно достичь лишь путем внедрения целенаправленных комплексных мероприятий, осуществление которых в зависимости от их сложности следует вести по определенным этапам. Однако успешное решение проблем, особенно стабилизации акватории Арала на определенном абсолютном уровне, во многом зависит от сокращения расхода воды на орошения путем совершенствования техники и технологии полива, уменьшения объемов промывки засоленных почв, снижения фильтрационных потерь воды из оросительной сети, сокращения дренажного стока.

Следственно, экологическая проблема Приаралья и Арала решается в контуре всего бассейна как единой взаимосвязанной и взаимообусловленной природной геосистемы, где направленность круговорота, миграция веществ и водного потока имеют территориальное единство. Все это обуславливает необходимость применения системного подхода в решении данной проблемы.

В низовьях Амударьи и Сырдарьи, которые интенсивно подвергаются опустыниванию, экологическая ситуация наиболее катастрофической становится главным образом в пределах их неосвоенной части. В северной зоне дельты Амударьи площадь в 1,3 млн. га, а в дельте Сырдарьи 840 тыс. га являются ареной развития негативных явлений. Главная причина опустынивания – прекращение регулярного стока по притокам, отсутствие обводнения озер и болот, сенокосов и пастбищ. Сначала обсыхание экосистем, затем соленакопление в почвах привели к трансформации прежних высокопродуктивных гидроморфных геосистем к малопродуктивным ксерофитным и галофитным. Однако в зависимости от местных и локальных природно-мелиоративной обстановки дельты эти изменения происходили и сейчас происходят в различной степени.

Борьба с опустыниванием в дельтах Амударьи и Сырдарьи в зависимости от причины его развития должна быть направлена, прежде всего, на регулярное и систематическое обводнение экосистем для сохранения дельтового генофонда, закрепления эродированных пастбищ, путем фитомелиорации, создание управляемых озерно-проточных субаквальных систем в целях развития рыбного хозяйства и ондатроводства, формирования культурных пастбищ и сенокосов, а и также агрофитоценозов. Этот комплекс мероприятий должен быть взаимосвязанным и взаимоувязанным, и его необходимо применять только с учетом характера природно-экологических и мелиоративных условий территорий.

Главным вопросом решения данной проблемы считается водообеспеченность региона. Без соответствующего объема воды, направленного на оптимизацию экологической среды, нет возможности организовать регулярную упорную борьбу с опустыниванием. До 1961 г. в пределах дельты Амударьи на наполнение озер, разливы расходовалось  $8,0 \text{ км}^3$  в год; помимо этого, по руслу Кипчакдарьи, Акдарьи и другим рукавам регулярно шел основной сток в море [Шульц, 1975]. Однако объем испарения и транспирации в дельте по данным М.М. Рогова составлял 5,5, а по Г.В. Лопатину –  $6,4 \text{ км}^3$  [Рогов, 1988; Лопатин, 1982]. Общая водоподача на природные комплексы низовьев Сырдарьи (неорошаемая часть) составляла в 60-х годах прошлого века  $5,8 \text{ км}^3$  в год [Некрасов, 1989]. Следовательно, эти показатели следует использовать при расчетах водообеспечения дельты.

Водные ресурсы необходимы для заполнения отдельных больших озер западной и центральной части дельты Амударьи, в том числе – Судочье, Ходжакуль, Мошанкуль, Каратерень (западный), Биркозон, Кеусыр, Шагырлык; в центральной части дельты – Зокиркуль, Макпалькуль, Думалок, Каратерень (центральный), а в пределах дельты Сырдарьи Караузекской, Акчай-Кувандарьинской системы озер и др. и создания регулярного стока в них, которые должны быть соединены между собой. Для этого необходимо вычислить объем воды, необходимый для заполнения указанных озер, и количество воды, идущее на суммарное испарение; в целом нужен достоверный водный баланс по управляемым озерам. Конечно, объем испарения и транспирации с акватории озер значительный, а на первых порах также большое количество влаги будет расходоваться на фильтрацию, которая затем уменьшится до минимума. Но, тем не менее, экологическое значение этих водоемов большое, так как на их периферии формируются своеобразные благоприятные природные условия для развития различной растительности и размножения животных; в связи с повышением количества относительной влажности воздуха улучшаются вегетационные условия роста тугайных сообществ, включая древесные породы.

Для сохранения уникальных амударьинских древесных и кустарниковых тугаев необходимо организовать регулярный сток по главным протокам, в частности, Акбашлы, Приемюзак, Картабайузак, Кипчакдарья, Эркиндарья, Куньдарья, Казахдарья, а спорадический – по остальным протокам, а также обводнения русла Жанадарьи для сохранения уникальных саксаульных лесов на такыровидных почвах, для чего необходимо вычислить объем стока по протокам. Обводнение протоков приведет к созданию благоприятных экологических условий для вегетации деградирующих и высыхающих тугайных фитоценозов и увеличению количества фауны, одновременно резко улучшится качество тугайных пастбищ, уменьшатся до минимума дефляционные процессы и образование барханов за счет выдувания песков прирусловых валов.

Определение количества водных ресурсов необходимо для обводнения тростниковых пастбищ и сенокосов. При этом мы считаем, что повышенные части равнин, где дренированность грунтов более высокая, целесообразно, отвести для посева ценных кормовых культур, в частности, люцерны, многолетних трав, кукурузы и др., которые по содержанию количества протеина и белка превосходят в значительной степени камыш. В связи с этим для создания пастбищ и сенокосов из тростника лучше отвести низинные равнины, расположенные в западной части дельты Амударьи, примерно к западу от субмеридиана сел. Караджар. Следует учесть, что оросительная норма тростниковых пастбищ составляет  $7500-9000 \text{ м}^3/\text{га}$ , но для полива можно использовать коллекторно-дренажный сток слабой и средней минерализации, так как полив тростника высоко минерализованной водой приведет к засолению почв в условиях весьма слабой дренированности грунтов. Вследствие этого, если дренажные воды имеют среднюю

минерализацию, то их целесообразно смешать с речной и довести до 2-3 г/л, а потом можно использовать для полива.

Земли, расположенные на периферии прирусловых валов, в естественном виде слабодренированные, местами нормально дренированные, лучше отвести под посевы кормовых культур и выращивание овощебахчевой, фруктовой продукции. Эти массивы близки к протокам и могут быть орошены за счет их вод путем строительства несложных ирригационных сетей. Конечно, из-за различной дренированности территории соленакопление в почвах неизбежно, поэтому на отдельных участках требуется строительство дренажных каналов и проведение промывки.

Одним из существенных вопросов решения проблемы Приаралья считается целесообразность строительства ряда водоемов на бессточных понижениях дельты и на обсохшей части дна Аральского моря. Экологическое и хозяйственное значение водоемов в условиях опустынивания региона неопределимо, однако из-за мелководья водный баланс будет всюду отрицательным, т.е. расход воды на испарение и транспирацию будет больше, чем приход, что будет сказываться на степени солености воды и постоянное направление речной воды к ним в зависимости от величины суммарного испарения. Надо найти более эффективное решение по проектированию водоемов с целью уменьшения объема суммарного испарения. Необходимо подумать о глубоких водохранилищах, где суммарное испарение с акватории было бы наименьшим.

Целесообразно подумать о проектировании серии русловых водохранилищ в главном створе Амударьи (Ақдарья), так как глубина русла реки местами достигает 10 м и более, а если по обоим берегам построить дамбы высотой 2-3 м, объем водоемов увеличится еще на определенную величину. При этом плотины должны иметь техническую возможность пропустить через шлюзы в летние паводки до 1200 м<sup>3</sup>/с воды (летом 1988 г. расход Амударьи ниже Тахиаташа достиг около 900 м<sup>3</sup>/с). Значительная глубина водоемов обуславливает уменьшение количества суммарного испарения с акватории, а командное расположение створа реки позволяет намного уменьшить объем средств для распределения воды на периферию по отдельным ирригационным массивам. Строительство русловых водохранилищ будет способствовать увеличению количества относительной влажности воздуха летом, что важно для вегетации растительности, а также они должны использоваться для разведения рыб.

Вопрос создания культурных пастбищ и сенокосов, местами агрофитоценозов, должен решаться в зависимости от количества оросительной воды, подаваемой для дельты с целью обводнения пасаквальных экосистем. Наряду с этим для решения данного вопроса немаловажное значение имеет выбор массивов, подходящих в природно-экологическом и мелиоративном отношении. Анализ структуры гео- и экосистемы с учетом мелиоративного состояния земель, показывает, что для организации пастбищ и сенокосов целесообразно отвести междельтовые понижения, где до 1961 г. существовало сочетание болотных и заболоченных местностей с озерами. В настоящее время все эти озера высохли и заняты тростниковыми купавками, сочетающимися с юлгуновыми солянками, а периферийные пологие низменные равнины с глубиной расчленения 0-1 м ныне покрыты чахлыми, местами молодыми тростниками, редкими юлгунниками. Это особенно характерно для северной периферии озера Судочье, междельтовых понижений между Кипчакдарьей и Ақдарьей, Кунадарьей и Ақдарьей, к северу от русла Казахдарьи, ур.Майпост, ур.Аспантай, и др. Эти массивы благоприятны для организации лиманного орошения с целью выращивания тростника.

Прирусловые геосистемы, повышенные части равнин, расположенные вблизи крупных дельтовых систем, в мелиоративном отношении в основном дренированы, местами встречаются массивы со слабой дренированностью. Наличие сухих русел, в целом доминирование песчаных и алевритовых линз в суглинистых толщах обеспечивают

более или менее горизонтальный отток грунтовых вод. В связи с этим массивах уровень грунтовых вод лежит на глубине 3-5 м и ниже. Учитывая эти особенности, можно рекомендовать их для выращивания кормовых, а на отдельных участках, где почвогрунты слабо- и незасоленные отвести под фруктовые насаждения и овощебахчевые культуры. Развитие садоводства, овощебахчеводства в Каракалпакстане в связи с недостаточной степенью обеспеченности населения продукцией земледелия имеет жизненно важное значение. Конечно, на ряде участков в целях предотвращения соленакопления в почвах требуется строительство определенной плотности дренажа и проведение промывок.

Наиболее засоленные массивы, где весь профиль почвогрунтов до большой (до 5 м) глубины засолен преимущественно до солончака включительно, целесообразно оставить в естественном виде, так как организовать на этих экосистемах культурные пастбища или сенокосы в ближайшее время почти невозможно, освоение их целесообразно оставить на следующие очереди. Наличие галофитов и ксерофитов, хотя они малопригодны для пастбищного животноводства, будут предотвращать дефляцию. К ним относятся активные и остаточные солончаки южного и юго-западного побережья оз. Судочье, приморские остаточные солончаки вдоль озерно-болотного комплекса Джилтырбас, и другие солончаки в естественных понижениях дельты.

Борьба с дефляцией в дельте Амударьи является одним из главных вопросов оптимизации природной среды региона. С деятельностью ветра связано расчленение рельефа, образование барханно-бугристых и котловинных форм эолового рельефа, выдувание торфянистого слоя высохших болотных почв, миграция солей и др. Главное мероприятие в условиях интенсификации опустынивания – это применение фитомелиорации на землях, склонных к выдуванию. Посев семян засухо- и солеустойчивой растительности (юлгун, на засоленных почвах; черный саксаул на такыровидных поверхностях; черкез, белый саксаул, кандым, джужгун, куён сук и другие на песчаных почвах; турангил, лох (джида) на опустыненных тугаях и др.) будет способствовать предотвращению выдувания субстрата, закреплению барханных подвижных песков. Пастбищно-мелиоративные мероприятия должны быть проведены строго с учетом местных природных особенностей, при этом, конечно, надо учитывать особенности почвогрунтов (механический состав почвогрунтов, глубина залегания грунтовых вод и степень засоления почв). Однако при этом необходимо учесть, что если обводнение древесно-кустарниковых тугаев будет проводиться регулярно, то за счет увеличения влажности почв их самозарастание будет происходить в естественном виде, увеличатся всходы старых русел со значительно опустыненными тугаями будет способствовать их восстановлению (конечно, не в первоначальном виде).

Проблемы Арала и Приаралья взаимосвязаны и взаимообусловлены, без решения проблемы Аральского моря нельзя решить проблему Приаралья. Поэтому в пределах моря также должен быть осуществлен целый комплекс мероприятий, направленных на стабилизацию его акватории на определенной абсолютной высоте и уменьшение до минимума выноса солей, соленой пыли и песка на периферию с обсохшей части дна моря и др. По проблеме сохранения Аральского моря выдвинут ряд предложений ученых и специалистов [Кравцова, 2004; Львов, 1980; Бортник, 1991; Рафиков, 1995]. В.И. Кравцова [Кравцова, 2004] полагает, что для сохранения единого водоема необходимо подать в него  $20 \text{ км}^3$  воды в год, уровень тяготения такого остаточного водоема составит примерно 33,5 м, объем воды  $170 \text{ км}^3$  (примерно 16% первоначального объема), соленость воды 77%, площадь 23 тыс.  $\text{км}^2$  (примерно 35% площади при отметке уровня 53 м). Ряд специалистов отмечают, что в будущем Арал целесообразно сохранить не в виде единой акватории, а как несколько связанных между собой водоемов. Это позволит создать более или менее проточные озера с тенденцией рассоления. Основные водоемы предлагаются создать в пределах Малого моря и Западного Арала, при этом вся восточная часть, а также

южная половина зоны осушки будет представлять собой солончаки. Естественно, что в такой ситуации Аральское море теряет свое географическое назначение.

Ряд специалистов и ученых [Бортник, 1991; Рафиков, 1995] считают, что Аральское море должно быть спасено, для чего необходимо направить к нему не менее  $20 \text{ км}^3$  различных категорий воды в год. Действительно, при подаче воды в таком объеме в Арал оно не будет расчленяться на две части и его акватория стабилизируется на отметке 33,5 м абс. Но где найти столько воды в бассейне Арала? По-видимому, для этого необходимо сократить площади рисовых полей, осуществить форсированным путем переустройство ирригационно-мелиоративных систем староорошаемой зоны Центральной Азии, совершенствовать технику полива и др.

Т.В. Звонкова [Звонкова, 1987] и П.О. Завьялов [Завьялов, 2002] предлагают конкретные расчетные данные, основанные на снижении водозабора из Амударьи и Сырдарьи для сельскохозяйственного, питьевого и промышленного водоснабжения до  $55 \text{ км}^3$ , против существующих  $68 \text{ км}^3$ , что позволит ежегодно экономить более  $13 \text{ км}^3$ , сокращению (на 10-15%) площади орошаемых сильнозасоленных земель, требующих ежегодных капитальных промывок, что позволит высвободить около  $8 \text{ км}^3$  воды, сброса в море из верховий Амударьи воды Сарезского озера объемом около 16-18  $\text{км}^3$  (И.М. Черненко [Черненко, 1992] предлагает также ликвидировать низовые наливные водохранилища Чардаринское и Туямуюнское), только за счет этого можно дать Аралу не менее  $10 \text{ км}^3$  воды и др.

Конечно, указанные параметры по уменьшению водопользования в бассейне Аральского моря по сути дела обоснованные, но их выполнение за короткое время весьма сложно.

В настоящее время полоса эоловых песков вдоль коренного берега моря, сульфатные и хлоридно-сульфатные солончаки в зоне осушки становятся очагами выноса песка, солей и соленой пыли на периферию в основном в южном и юго-западном направлениях. Главным мероприятием максимального сокращения выноса песка в сторону дельты Амударьи является закрепление подвижных песков путем фитомелиорации. Определенные успехи в этом отношении уже имеются. Для осуществления планомерного закрепления подвижных песков на больших площадях необходимо вести работы лесоустроительным организациям республики.

Однако на солончаках выращивание галофитов еще не удастся, так как высокое содержание солей в корнеобитаемом слое почвы не допускает нормальную вегетацию даже солеустойчивых сообществ. Естественное зарастание обсохшего дна моря происходит замедленным путем. Это связано может быть с наличием солей в верхних горизонтах солончаковых почвогрунтов. Вместе с тем, рассоление солончаков естественным путем также происходит весьма медленно, ибо количество атмосферных осадков незначительно (80-100-150 мм/год).

В такой ситуации считаем целесообразным на остаточных такыровидных солончаках произвести глубокое рыхление почв с целью рассоления и зарастания их естественным путем. Этот способ будет наиболее эффективен на почвогрунтах, имеющих легкий механический состав. Но это может способствовать развитию дефляции. Поэтому необходимо изыскать другие пути самозарастания дна моря. Однако самозарастание осушенного дна будет происходить до определенных изобатов, так как с 14-16 метровых изобатов, из-за образования огромного количества солей в почвах, не будет условий для вегетации галофитов.

**Выводы.** Одним из существенных мероприятий по борьбе с антропогенным опустыниванием в Приаралье является регулярное обводнение деградируемых пастбищ и сенокосов, а также развитие кормопроизводства на основе поливного земледелия. Путем

создания культурных пастбищ и сенокосов на огромной площади можно создать мощный заслон против развития процессов опустынивания.

Вся западная и центральная части дельты Амударьи, ныне подвергаемые к опустыниванию, в зависимости от местных конкретных природно-мелиоративных условий благоприятны в той или иной степени для обводнения существующих деградируемых лугов и сенокосов, а также кормопроизводства за счет орошения отдельных массивов. При этом размещение пастбищ, сенокосов и кормопроизводство должны исходить из анализа существующих почвенно-мелиоративных условий дельты Амударьи. В связи с этим имеет определенное практическое значение осуществление оценки природно-мелиоративных условий земель дельты с целью обводнения лугов и сенокосов и развития кормопроизводства.

Нами на основе разработанных критериев сложности природно-мелиоративных условий, земель Южного Приаралья, подлежащих орошению произведена оценка природных комплексов неорошаемой зоны дельты Амударьи для обводнения пастбищ и сенокосов. При этом наиболее благоприятные природные комплексы, не требующее специальных мероприятий, здесь отсутствуют.

## ЛИТЕРАТУРА

*Бортник В.Н.* Современное состояние и возможное будущее Аральского моря // Известия АН РФ. Серия география. – М., 1991. – № 4. – С. 62-68.

*Завьялов П.О.* Современное гидрологическое состояние и изменчивость водной массы Большого Аральского моря. – М.: Наука, 2002. – 167 с.

*Звонкова Т.В.* Географическое прогнозирование. – М.: Высшая школа, 1987. – 192 с.

*Кравцова В.И.* Деградация Арала и прилегающих территорий: особые явления, наблюдаемые по космическим снимкам. – М.: МГУ, 2004. – 160 с.

*Лопатин Г.В.* О порядке кристаллизации солей при испарении воды Аральского моря // ДАН РФ. – М., 1982. – № 4. – С. 583-584.

*Львов В.П.* Водный баланс Аральского моря// Сб. науч. трудов ГОИН. – М., Наука, 1980, – № 101. – С. 5-33.

*Некрасов И.С.* Подземный сток в Аральское море его настоящее и будущее // Сб. науч. трудов – М., МОИП, 1989, – № 4. – С. 110-119.

*Рафиков А.А.* Прогноз изменений природных комплексов дельты Амударьи // География и природные ресурсы. – М., 1995. – № 3. – С. 34-42.

*Рогов М.М.* Гидрология устьевой области Амударьи // Сб. науч. трудов ГОИН. – М.: Наука, 1988, – № 94. – С. 262-268.

*Черненко И.М.* О подземном водопитоке, солевом балансе и проблеме Арала // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 1992. – № 2. – С. 32-42.

*Шульц В.Л.* Водный баланс Аральского моря// Сб. науч. трудов САРНИГМИ. – Ташкент, САРНИГМИ, 1975, – № 23. – С. 3-28.

## ОРОЛ ДЕНГИЗИ ВА ОРОЛБЎЙИ МУАММОСИ ЕЧИМИНИНГ АСОСИЙ ЙЎНАЛИШЛАРИ

**В.А. РАФИКОВ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ўзбекистон Фанлар Академияси Сейсмология институти, uz-hydrolog@mail.ru

**Аннотация:** Янги даврда, Орол денгизи, дарё сувларининг қуйилишига боғлиқ ҳолда, асосан Амударё миграцияси ҳисобига бир неча трансгрессия ва регрессияни бошидан кечирди. XX асрнинг ўрталарида денгиз “шартли табиий-режим” ҳолатда ҳисобланиб, денгиз ҳавзасининг 4 млн гектар майдони суғорма деҳқончилик билан банд бўлган. Денгиз аслида етарли даражада

юқори шартлиликка қарамасдан квазибарқарор ҳолатда бўлган. Орол денгизи ҳавзасига кирувчи давлатларда (Туркменистондан бошқа давлатлар), суғорма дехқончиликни ривожлантириши ўтган асрнинг 90-йилларида яқунланди ва умумий суғориладиган ерлар майдони қарийб 8 миллион гектарга етди. Ҳар қандай ҳолатда ҳам, Орол ва Оролбўйи муаммоларини ҳал қилиши Ўзбекистонни зиммасига тушади. Шу сабабли, ўз-ўзидан кўриниб турибдики, ҳозирги инқирознинг илмий тушунишини фаоллаштириши, унинг хусусиятларини аниқлаши ҳамда оқибатларини бартараф этиши бўйича мавжуд шароит ва имкониятларга мос келадиган чора тадбирлар мажмуини белгилаш зарур.

**Калит сўзлар:** Орол денгизи, Оролқум, чўлланиши, қургоқчилик, деградация, деструкция, ландшафт, геосистема, экосистема.

## MAIN DIRECTIONS FOR SOLVING THE PROBLEM OF THE ARAL SEA AND THE PRIARALYE

V.A. RAFIKOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Seismology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
uz-hydrolog@mail.ru

**Abstract:** *In the new era, the Aral Sea, depending on the inflow of river waters, mainly due to the migration of the Amu Darya, has undergone a series of transgressions and regressions. By the middle of the 20th century, the sea was, so to speak, in a state of “conditionally natural regime”. True, with a rather high degree of conditionality, but in a quasi-stable state, although about 4 million hectares of land in its basin have already been irrigated. The development of irrigated agriculture in the basin states, except Turkmenistan, ended in the 90s of the last century, and the area of irrigated land in the basin reached about 8 million hectares. Whatever it was, but the problems of the Aral Sea and the Priaralye must now be solved by Uzbekistan. Therefore, it is obviously necessary to update the scientific explanation of the current crisis, identify its features and determine the set of measures to eliminate the consequences that are adequate to the prevailing circumstances and opportunities.*

**Keywords:** *Aral Sea, Aralkum, desertification, drought, degradation, destruction, landscape, geosystem, ecosystem.*

## REFERENCES

Bortnik V.N. Sovremennoye sostoyaniye i vozmozhnoye budushcheye Aralskogo morya [Current state and possible future of the Aral Sea] // Izvestiya AN RF. Seriya geografiya. – M., 1991. – № 4. – S. 62-68. (in Russian)

Zavyalov P.O. Sovremennoye gidrologicheskoye sostoyaniye i izmenchivost vodnoy massy Bolshogo Aralskogo morya [Modern hydrological state and variability of the water mass of the Great Aral Sea]. – M.: Nauka, 2002. – 167 s. (in Russian)

Zvonkova T.V. Geograficheskoye prognozirovaniye [Geographic forecasting]. – M.: Vysshaya shkola, 1987. – 192 s. (in Russian)

Kravtsova V.I. Degradatsiya Arala i prilegayushchikh territoriy: osobyye yavleniya, nablyudayemyye po kosmicheskim snimkam [Degradation of the Aral Sea and Adjacent Territories: Special Phenomena Observable from Satellite Images]. – M.: MGU, 2004. – 160 s. (in Russian)

Lopatin G.V. O poryadke kristallizatsii soley pri isparenii vody Aralskogo morya [On the Order of Salt Crystallization during the Aral Sea Water Evaporation] // DAN RF. – M., 1982. – № 4. – S. 583-584. (in Russian)

Lvov V.P. Vodnyy balans Aralskogo morya [Water balance of the Aral Sea] // Sb. nauch. trudov GOIN. – M., Nauka, 1980, – № 101. – S. 5-33. (in Russian)

Nekrasov I.S. Podzemnyy stok v Aralskoye more yego nastoyashcheye i budushcheye [Underground runoff into the Aral Sea, its present and future] // Sb. nauch. trudov – M., MOIP, 1989. – № 4. – S. 110-119. (in Russian)

*Rafikov A.A.* Prognoz izmeneniy prirodnykh kompleksov delti Amudari [Forecast of changes in the natural complexes of the Amudarya delta] // Geografiya i prirodniye resursi. – M., 1995. – № 3. – S. 34-42. (in Russian)

*Rogov M.M.* Gidrologiya ustyevoy oblasti Amudari [Hydrology of the mouth area of the Amudarya] // Sb. nauch. trudov GOIN. – M.: Nauka, 1988, – № 94. – S. 262-268. (in Russian)

*Chernenko I.M.* O podzemnom vodopritoke, solevom balanse i probleme Arala [On underground water inflow, salt balance and the problem of the Aral Sea] // Problemi osvoyeniya pustin. – Ashkhabad, 1992. – № 2. – S. 32-42. (in Russian)

*Shults V.L.* Vodnyy balans Aralskogo morya [Water balance of the Aral Sea] // Sb. nauch. trudov SARNIGMI. – Tashkent, SARNIGMI, 1975, – № 23. – S. 3-28. (in Russian)

---

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

---

УДК 502.175+504.064.36

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИДА АТМОСФЕРА ҲАВОСИНИНГ  
РАДИОАКТИВ ИФЛОСЛАНИШИНИ ЎРГАНИШ****З.М. УБАЙДУЛЛАЕВА<sup>1\*</sup>, Б.Э. НИШОНОВ<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Гидрометеорология хизмати агентлиги, zakhro.ubaydullayeva@mail.ru<sup>2</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, bnishonov@mail.ru

**Аннотация.** Мақолада Ўзбекистон Республикаси ҳудудида 10 йиллик давр (2012-2021 йиллар) мобайнида атмосфера ҳавосидаги гамма нурланиш даражаси ҳамда атмосфера қуруқ ёгинлари ва атмосферанинг қуйи қатламидаги аэрозолларнинг умумий бета фаоллиги бўйича мониторинг натижалари келтирилган. Кўп йиллик мониторинг натижаларига кўра республика ҳудудидаги кузатиш пунктларида радиоактив ифлосланиш радиация хавфсизлиги санитария қоидалари ва меъёрлари (СанҚваМ 0193-06)да белгиланган кўрсаткичлардан ортмаганлиги аниқланган.

**Калит сўзлар:** атмосфера ҳавоси, атмосфера қуруқ ёгинлари, аэрозоллар, радиоактив ифлосланиш, гамма нурланиш, бета фаоллик, мониторинг.

**Кириш.** Сайёрамизда кўп йиллик ядровий синовлар, урушлар, авариялар, радиоактив чикиндиларни утилизация қилиш натижасида ер юзасидаги радиоактив ифлосланиш даражаси табиий фондан 2% га ортган [Пивоваров, Махалев, 2004]. Сўнгги йилларда энергияга бўлган эҳтиёжнинг кескин ортиши ва бу муаммони сунъий радионуклидлардан фойдаланиш орқали ҳал этилиши, атроф-муҳит ифлосланишининг асосий манбаларидан бири бўлиб қолмоқда.

Инсон умри давомида радиоактив нурланиш манбаларидан турли даражада нурланади. Бу нурланишнинг 83% ни табиий нурланиш (коинотдан келаётган, ерда, сувда ҳавода мавжуд радионуклидлар) ташкил этади. Тиббиёт муассаларида фойдаланилаётган асбоб-ускуналар таъсири натижасида 16% гача нурланиш мумкин, бошқа нурланиш манбалари (саноат, энергетика, ҳарбий соҳа ва бошқ.) эса фақатгина 1%ни ташкил этади [Семенов, 2009].

Ўзбекистон Республикасининг “Фуқаролар соғлиғини сақлаш тўғрисида”ги қонунида фуқароларнинг санитария-эпидемиология жихатидан хотиржамлигини таъминлаш ва табиатни муҳофаза қилиш тадбирларини амалга ошириш, шу билан бир қаторда атроф-муҳитни муҳофаза этиш ва экологик хавфсизликни таъминлаш белгиланган [Фуқаролар соғлиғини..., 2007].

Ҳудуддаги радиоактив ифлосланишни аҳолига таъсир қилиш даражасини ўрганиш, нафақат радиоактив ифлосланишни аниқлашга имкон беради, балки аҳолини радиоактив ифлосланишдан оптимал химоя чора тадбирларини ишлаб чиқиш ва амалга ошириш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Ҳозирги вақтда аҳолининг хавфсизлигини таъминлаш мақсадида республика ҳудудида радиоактив ифлосланиш даражасини доимий мониторинг қилиш **долзарб**

---

\* Масъул муаллиф: zakhro.ubaydullayeva@mail.ru, тел.: +998 94 687-50-81

вазифа ҳисобланади. Ушбу тадқиқотнинг **мақсади** Ўзбекистон Республикаси ҳудудида атмосфера ҳавосида радиоактив ифлосланганлик ҳолатини таҳлил қилиш бўлиб, тадқиқотнинг **объекти** республика ҳудудидаги атмосфера ҳавоси, тадқиқотнинг **предмети** эса атмосфера ҳавосининг умумий радиоактив ифлосланганлиги ҳисобланади.

**Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари.** Мақолада Гидрометеорология хизмати агентлиги (Ўзгидромет)нинг Радиоактив ифлосланиш мониторинги лабораториясининг кўп йиллик маълумотларидан фойдаланилган ҳолда атмосферада кўп йиллик гамма нурланиш эквивалент дозанинг кучланиш даражаси, атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёғинларнинг ва қуйи қатламдаги радиоактив аэрозолларнинг кўп йиллик умумий бета фаоллиги таҳлил этилган.

Мақолада Ўзбекистон Республикаси ҳудудида жойлашган 41 та гидрометеорология станцияларда 2012-2021 йиллар давомида ўлчанган ва таҳлил қилинган намуналар маълумотларидан фойдаланилган.

Эквивалент дозанинг кучланиш даражаси дозиметр (РКС107) ёрдамида, атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёғинларнинг умумий бета фаоллиги ва атмосферанинг қуйи қатламидаги радиоактив аэрозоллар умумий бета фаоллиги РУБ01П ёрдамида аниқланади [Наставления ..., 2015].

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Ўзбекистон Республикасининг “Давлат санитария назорати тўғрисида”ги қонунида ҳар бир одам қулай атроф-муҳит шароитларига эга бўлишга ҳақлиги белгиланган [Давлат санитария..., 2006]. Ўзбекистон ҳудудида атмосфера ҳавосининг радиоактив ифлосланганлиги бўйича кузатувлар Ўзгидромет томонидан 1985 йилдан бошлаб амалга оширила бошланган. Ҳозирги кунда Ўзгидрометнинг Радиоактив ифлосланиш мониторинги лабораториясида атмосфера ҳавосидаги гамма ( $\gamma$ ) нурланиш эквивалент дозасининг даражаси, атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёғинларнинг ва атмосферанинг қуйи қатламидаги радиоактив аэрозолларнинг умумий бета ( $\beta$ ) фаоллиги аниқланади.

$\gamma$ -нурланиш – энг қисқа тўлқинли электромагнит нурланиш бўлиб, очиқ ҳавода километрларгача, тўқималарда бир неча сантиметргача тарқалиши мумкин. У бир метрли бетон тўсиқдан ва бир неча сантиметрли кўрғошин қатламидан ҳам ўтиши мумкин. Бу нурланиш  $\alpha$ - ва  $\beta$ -нурланишга нисбатан камроқ ионлаштириш қобилиятига эга. У асосан организмда ташқи радиацион нурланишни келтириб чиқаради ва кучли шикастловчи таъсир кўрсатади [Salomova va boshq., 2020].

Гамма нурланиш эквивалент дозасининг радиацион хавфсизлик санитария қоидалари ва меъёрларига мувофиқ рухсат этилган меъёри 0,30 мкЗв/соат [СанПиН 0193-06, 2006].

Атмосферадаги гамма нурланиш эквивалент дозанинг кучланиш даражасини ўлчаш Қорақалпоғистон Республикасида 5 та, Андижон вилоятида 1 та, Бухоро вилоятида 2 та, Жиззах вилоятида 2 та, Навоий вилоятида 3 та, Наманган вилоятида 2 та, Самарқанд вилоятида 3 та, Сирдарё вилоятида 1 та, Сурхондарё вилоятида 4 та, Тошкент вилоятида 6 та, Тошкент шаҳрида 1 та, Фарғона вилоятида 5 та, Хоразм вилоятида 2 та, Қашқадарё вилоятида 4 та кузатув постларида олиб борилади (1-расм, 1-жадвал).

2012-2021 йилларда олиб борилган мониторинг натижаларига кўра, республика бўйича суткалик энг юқори қийматлар Қорақалпоғистон Республикасининг Кўнғирот (0,28 мкЗв/соат), Навоий вилоятининг Навоий (0,29 мкЗв/соат), Сурхондарё вилоятининг Термиз (0,29 мкЗв/соат), Тошкент вилоятининг Ангрен (0,29 мкЗв/соат) ва ИЗОТОП (0,29 мкЗв/соат), Фарғона вилоятининг Сариканда (0,30 мкЗв/соат) ва Қува (0,29 мкЗв/соат), Хоразм вилоятининг Хива (0,29 мкЗв/соат) пунктларида, энг паст кўрсаткичлар Қорақалпоғистон Республикасининг Нукус (0,05 мкЗв/соат), Бухоро вилоятининг Қорақўл (0,06 мкЗв/соат), Навоий вилоятининг Нурота (0,06 мкЗв/соат), Сурхондарё вилоятининг Термиз (0,06 мкЗв/соат), Тошкент вилоятининг Бекобод

(0,06 мкЗв/соат), Хоразм вилоятининг Урганч (0,06 мкЗв/соат), Қашқадарё вилоятининг Қарши (0,06 мкЗв/соат) пунктларида кузатилган.

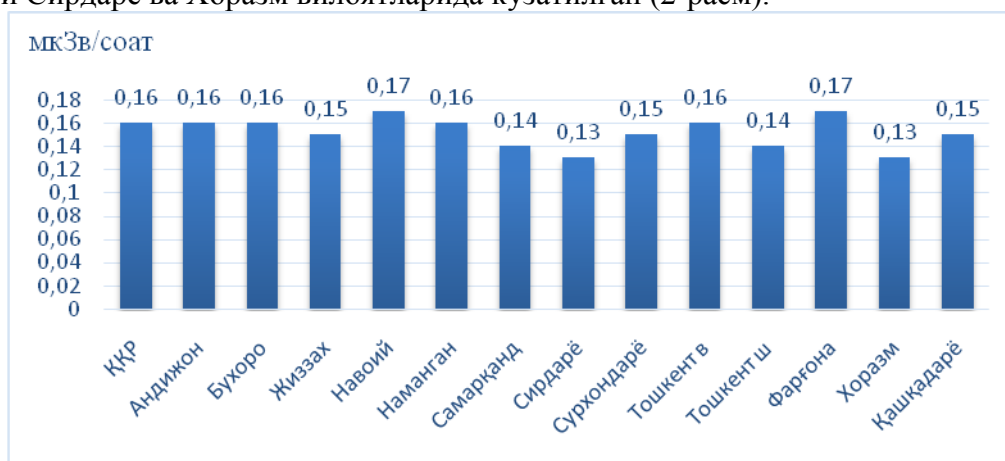


**1-расм. Табiiй мухит радиоактив ифлосланиш мониторингини олиб борувчи гидрометеорология станцияларининг жойлашув харитаси**

**Рис.1. Карта расположения гидрометеорологических станций, осуществляющих мониторинг радиоактивного загрязнения природной среды**

**Fig.1. Map of location of hydrometeorological stations, carrying out of the radioactive pollution monitoring of the environment**

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида жойлашган 41 та гидрометеорология станцияларидан олинган атмосферадаги гамма нурланиш эквивалент дозанинг кучланиш даражаси маълумотларига кўра 2012-2021 йилларда ҳудудлар бўйича гамма нурланиш эквивалент дозанинг ўртача кўп йиллик миқдори 0,13-0,17 мкЗв/соат оралиқда ўзгарган. Эквивалент дозанинг нисбатан юқори даражаси Фарғона ва Навоий вилоятларида, паст даражаси Сирдарё ва Хоразм вилоятларида кузатилган (2-расм).



**2-расм. Ўзбекистон Республикасида ҳудудларларида атмосфера ҳавосидаги ўртача кўп йиллик гамма нурланиш эквивалент дозаси даражаси (2012-2021 йй.)**

**Рис. 2. Среднеголетняя мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в атмосферном воздухе по регионам Республики Узбекистан (2012-2021 гг.)**

**Fig. 2. Average annual equivalent dose rate of gamma radiation in atmospheric air by regions of the Republic of Uzbekistan (2012-2021)**

1-жадвал

Ўзбекистон Республикасида ҳудудларида атмосфера ҳавосидаги гамма нурланиш эквивалент дозанинг даражаси (2012-2021 йй.)

Таблица 1

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в атмосферном воздухе по регионам Республики Узбекистан (2012-2021 гг.)

Table 1

Equivalent dose rate of gamma radiation in atmospheric air by regions of the Republic of Uzbekistan (2012-2021)

№	Ҳудудлар	Кузатув пунктлари	γ-нурланишнинг эквивалент дозаси, мкЗв/соат		
			минимал	максимал	ўртача
1	Қорақалпоғистон Республикаси	Мўйноқ	0,09	0,21	0,13
2		Чимбой	0,10	0,24	0,16
3		Нукус	0,05	0,22	0,14
4		Қўнғирот	0,10	0,28	0,18
5		Тахиятош	0,10	0,18	0,18
6	Андижон вилояти	Андижон	0,10	0,24	0,16
7	Бухоро вилояти	Бухоро	0,10	0,23	0,16
8		Қорақўл	0,06	0,22	0,16
9	Жиззах вилояти	Ғаллаорол	0,09	0,16	0,12
10		Жиззах	0,08	0,27	0,18
11	Навоий вилояти	Навоий	0,10	0,29	0,19
12		Нурота	0,06	0,23	0,16
13		Томди	0,10	0,26	0,17
14	Наманган вилояти	Наманган	0,07	0,24	0,16
15		Поп	0,09	0,21	0,15
16	Самарқанд вилояти	Самарқанд	0,08	0,24	0,14
17		Даҳбед	0,08	0,19	0,14
18		Нуробод	0,09	0,23	0,15
19	Сирдарё вилояти	Сирдарё	0,10	0,18	0,13
20	Сурхондарё вилояти	Денов	0,08	0,16	0,11
21		Шеробод	0,09	0,21	0,17
22		Термиз	0,06	0,29	0,15
23		Бойсун	0,10	0,23	0,16
24		Туябўғиз	0,10	0,22	0,13
25	Тошкент вилояти	Ангрен	0,11	0,29	0,22
26		Хожикент	0,10	0,21	0,12
27		РПЗРО	0,07	0,26	0,13
28		ИЗОТОП	0,09	0,29	0,21
29		Бекобод	0,06	0,2	0,13
30	Тошкент шаҳри	Тошкент	0,10	0,27	0,14
31	Фарғона вилояти	Фарғона	0,09	0,22	0,15
32		Сариканда	0,10	0,30	0,19
33		Қува	0,12	0,29	0,18
34		Бўз	0,10	0,24	0,18
35		Қўкон	0,07	0,22	0,18
36	Хоразм вилояти	Урганч	0,06	0,25	0,12
37		Хива	0,07	0,29	0,13
38	Қашқадарё вилояти	Шахрисабз	0,08	0,22	0,13
39		Муборак	0,08	0,28	0,14
40		Ғузор	0,11	0,24	0,17
41		Қарши	0,06	0,23	0,15
Республика бўйича			<b>0,05</b>	<b>0,30</b>	<b>0,15</b>

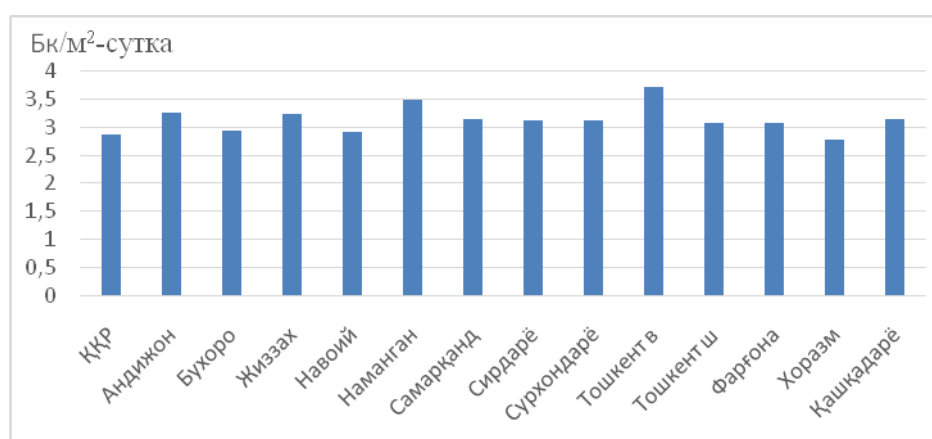
Атмосфера куруқ ёгинларининг умумий бета фаоллиги Ўзбекистон Республикаси ҳудудида жойлашган 25 та станцияда олинган намуналарда Ўзгидрометнинг Радиоактив ифлосланиш мониторинги лабораториясида аниқланади.

$\beta$ -нурланиш – электронлар ёки позитронлар оқими бўлиб, ҳозирги кунда 900 дан зиёд  $\beta$ -радиоактив изотоплар мавжудлиги аниқланган.  $\beta$ -нурланиш калий-40, цезий-137, тритий, углерод-14, йод-131 каби элементлар парчаланиши натижасида пайдо бўлади.  $\beta$ -заррачаларнинг ҳавода ва инсон танасидан ўтиб бориш қобилияти анча юқори [Ahmedov, Saidxo'jayeva, 2019].

2014-2021 йиллар таҳлил натижаларига кўра суткалик энг юқори кўрсаткичлар Қорақалпоғистон Республикасининг Нукус ( $17,85 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Наманган вилоятининг Наманган ( $16,88 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Сурхондарё вилоятининг Термиз ( $17,56 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Тошкент вилоятининг Дуқант ( $17,45 \text{ Бк/м}^2$  сутка) ва РПЗРО ( $17,31 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Қашқадарё вилоятининг Қарши ( $15,79 \text{ Бк/м}^2$  сутка) станцияларида кузатилган ва рухсат этилган меъёрдан ( $110 \text{ Бк/м}^2$  сутка) ортмаган.

Атмосфера ҳавосидаги ёғинларнинг умумий  $\beta$  фаоллигининг суткалик энг паст кўрсаткичлари Қорақалпоғистон Республикасининг Нукус ( $0,11 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Бухоро вилоятининг Бухоро ( $0,11 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Навоий вилоятининг Навоий ( $0,11 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Сурхондарё вилоятининг Термиз ( $0,11 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Тошкент вилоятининг Бекобод ( $0,10 \text{ Бк/м}^2$  сутка), Фарғона вилоятининг Фарғона ( $0,11 \text{ Бк/м}^2$  сутка) станцияларида кузатилган (2-жадвал).

Худудлар бўйича 2014-2021 йилларда атмосфера ҳавосидаги ёғинларнинг кўп йиллик ўртача умумий бета фаоллиги  $2,78$ - $3,71 \text{ Бк/м}^2$  сутка оралиқда кузатилган ва рухсат этилган меъёрдан ( $110 \text{ Бк/м}^2$  сутка) ортмаган (3-расм).



**3-расм.** Ўзбекистон Республикаси ҳудудларида атмосфера ҳавосидаги қуруқ ёғинлар умумий бета фаоллиги ўртача кўп йиллик кўрсаткичлари (2014-2021 йй.)

**Рис. 3.** Среднеголетные показатели суммарной бета-активности сухих осадков в атмосферном воздухе по регионам Республики Узбекистан (2014-2021 гг.)

**Fig. 3.** Average long-term value of the total beta activity of dry fallout in the atmosphere by regions of the Republic of Uzbekistan (2014-2021)

Атмосферанинг сунъий радиоактив моддалар билан ифлосланиш хавфини баҳолашда энг ишончли усул – бу фильтр вентиляция ускуналари (ФВУ) ёрдамида радиоактив аэрозолларни йиғишдир. Фильтр вентиляция ускуналарида ҳаводан аэрозолларни тўплаш учун толали матолардан тайёрланган турли хил фильтрлар қўлланилади. Фильтр ҳар ой алмаштирилади ва олинган намуналарнинг  $\beta$ -фаоллиги РУБ01П асбоби ёрдамида ўлчанади. СанҚваМ 0193-06 да белгиланган талабларга мувофиқ атмосферанинг қуйи қатламидаги аэрозоллар умумий бета фаоллигининг рухсат этилган меъёри  $3700 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$  деб белгиланган.

2-жадвал

Ўзбекистон Республикаси ҳудудларида атмосфера ҳавосидаги қуруқ ёгинлар умумий бета фаоллигининг ўртача кўп йиллик кўрсаткичлари (2014-2021 йй.)

Таблица 2

Средне многолетние показатели суммарной бета-активности сухих осадков в атмосферном воздухе по регионам Республики Узбекистан (2014-2021 гг.)

Table 2

Average long-term value of total beta-activity of dry fallout in the atmospheric air by regions of the Republic of Uzbekistan (2014-2021)

№	Худудлар.	Кузатув пунктлари	β-фаоллик, Бк/м <sup>2</sup> сутка		
			минимал	максимал	ўртача
1	Қорақолпоғистон Республикаси	Мўйноқ	0,14	11,54	2,68
2		Нукус	0,11	17,85	3,16
3		Қўнғирот	0,18	9,59	2,75
4	Андижон вилояти	Андижон	0,40	6,64	3,26
5	Бухоро вилояти	Бухоро	0,11	8,11	2,93
6	Жиззах вилояти	Жиззах	0,40	11,54	3,23
7	Навоий вилояти	Навоий	0,11	10,82	2,87
8		Нурота	0,14	11,40	2,65
9		Томди	0,20	12,98	3,20
10	Наманган вилояти	Наманган	0,14	16,88	3,47
11	Самарқанд вилояти	Самарқанд	0,14	13,05	3,13
12	Сирдарё вилояти	Сирдарё	0,18	10,85	3,12
13	Сурхондарё вилояти	Денов	0,18	10,49	3,05
14		Термиз	0,11	17,56	3,18
15	Тошкент вилояти	Бекобод	0,10	12,22	3,04
16		Ангрен	0,14	8,80	3,51
17		Туябўғиз	0,25	12,37	3,38
18		Дукант	0,18	17,45	4,54
19		РПЗРО	0,22	17,31	3,93
20		Изотоп	0,14	11,58	3,86
21	Тошкент шаҳри	Тошкент	0,14	10,10	3,02
22	Фарғона вилояти	Фарғона	0,11	12,51	3,07
23	Хоразм вилояти	Урганч	0,14	8,98	2,78
24	Қашқадарё вилояти	Қарши	0,29	15,79	3,11
25		Шаҳрисабз	0,22	10,75	3,14
Республика бўйича			<b>0,10</b>	<b>17,85</b>	<b>3,2</b>

Тошкент ва Термиз шаҳарларида 2017-2021 йилларда ФВУда тўпланган намуналарнинг таҳлил натижаларида энг паст кўрсаткич Термиз шаҳрида 2019 йил январь ойида ( $10 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), энг юқори кўрсаткич Тошкент шаҳрида 2018 йил апрел ойида ( $680 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) кузатилган. Тошкент шаҳрида ФВУда тўпланган намуналарнинг кўп йиллик умумий бета фаоллиги  $90 \div 680 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> оралиғида кузатилган. Термиз шаҳрида ФВУда тўпланган аэрозолларнинг кўп йиллик умумий бета фаоллиги  $10 \div 393 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> оралиғида кузатилган (3-жадвал).

2017-2021 йиллар давомида ҳар иккала кузатув постларида олиб борилган мониторинг натижаларининг таҳлиliga кўра, атмосферада аэрозолларнинг умумий бета фаоллигининг кўп йиллик ўртача қиймати Тошкент шаҳрида  $244,68 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, Термиз шаҳрида  $67,88 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> бўлган, яъни Тошкент шаҳрида Термиз шаҳрига нисбатан 3,6 марта юқори кўрсаткичлар қайд этилган. Буни Тошкент шаҳрида

саноат корхоналарининг ва қурилишларнинг кўплиги билан изохлаш мумкин. Қайд этилган кўрсаткичлар рухсат этилган меъёрдан ( $3700 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) анча паст (4-расм).

3-жадвал

Тошкент ва Термиз шаҳарларида ФВУда тўпланган аэрозолларнинг кўп йиллик умумий бета фаоллиги ( $\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>)

Таблица 3

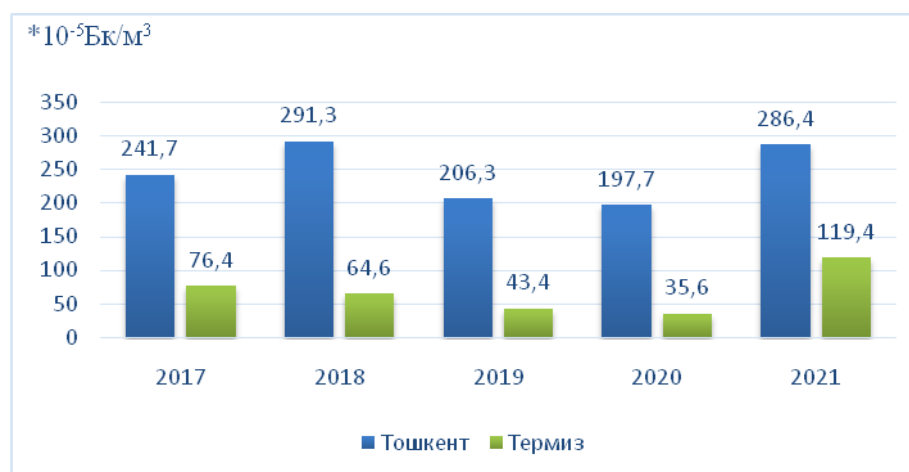
Многолетняя суммарная бета-активность аэрозолей, накопленных в ФВУ в городах Ташкент и Термез ( $\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>)

Table 3

Long-term summary beta-activity of aerosols, collected in FVU in Tashkent and Termez cities of ( $\cdot 10^{-5}$  Bk/m<sup>3</sup>)

Тошкент шаҳри (ФВУ)													
Йил	Ойлар												Ўртача йиллик
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2017	113	-	290	267	477	206	322	215	155	130	-	-	241,7
2018	151	-	-	680	218	454	387	154	236	337	121	175	291,3
2019	225	417	146	164	104	171	-	-	184	326	184	142	206,3
2020	171	269	-	161	152	299	183	313	142	137	185	163	197,7
2021	165	90	206	281	275	421	494	271	187	113	484	450	286,4
Термиз шаҳри (ФВУ)													
Йил	Ойлар												Ўртача йиллик
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2017	29	23	60	94	38	64	162	105	18	111	94	118	76,4
2018	29	39	68	103	67	27	234	68	67	23	24	26	64,6
2019	10	44	65	80	34	23	42	41	49	45	26	62	43,4
2020	-	37	26	21	16	38	35	34	26	87	44	27	35,6
2021	180	33	34	48	94	144	113	40	162	121	71	393	119,4

Изоҳ: “-“ - йилнинг шу ойларида таҳлил учун намуналар олинмаган.



4-расм. Тошкент ва Термиз шаҳарларида аэрозолларнинг йиллик ўртача умумий бета фаоллиги (2017-2022 йй.)

Рис. 4. Среднегодовая суммарная бета-активность аэрозолей в городах Ташкент и Термез (2017-2022 гг.)

Fig. 4. Average annual total beta activity of aerosols in Tashkent and Termez cities (2017-2022)

**Хулоса.** Ўзбекистонда ҳудудлар бўйича атмосфера хавосининг радиоактив ифлосланиш мониторинги натижаларига кўра, республика ҳудудида атмосфера хавосининг радиоактив ифлосланганлиги белгиланган меъёрлардан ортмаган.

2012-2021 йилларда ҳудудлар бўйича ўртача кўп йиллик гамма нурланиш эквивалент дозанинг кучланиш даражаси 0,15 мкЗв/соат, бу йиллар мобайнида суткалик энг юқори кўрсаткич 0,30 мкЗв/соат, энг паст кўрсаткич 0,05 мкЗв/соат ни ташкил этган.

2014-2021 йилларда республика бўйича атмосферанинг ер устки қатламидаги ёгинларнинг умумий бета фаоллиги кўп йиллик ўртача кўрсаткичи 3,23 Бк/м<sup>2</sup> сутка, энг юқори кўрсаткич 17,85 Бк/м<sup>2</sup> сутка, энг паст кўрсаткич 0,1 Бк/м<sup>2</sup> сутка ни ташкил этган ва рухсат этилган меъёр (110 Бк/м<sup>2</sup> сутка)дан ортмаган.

2017-2021 йилларда атмосферанинг қуйи қатламидаги аэрозоллар ойлик ўртача умумий бета фаоллиги Тошкент шаҳрида  $197,7-291,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, Термиз шаҳрида  $35,6-119,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> оралиғида кузатилган ва рухсат этилган меъёр ( $3700 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>)дан юқори бўлмаган.

**Муаллифлар ҳиссаси.** **З.М. Убайдуллаева:** мақола ғояси, мақола матнини ёзиш, маълумотларни тўплаш, ҳисоблашларни бажариш. **Б.Э. Нишонов:** натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган матни билан танишдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

## АДАБИЁТЛАР

Ўзбекистон Республикасининг “Давлат санитария назорати тўғрисида”ги Қонуни. Қонун ҳужжатлари тўплами. – Т.: 2006 й., 41-сон.

Ўзбекистон Республикасининг “Фуқаролар соғлиғини сақлаш тўғрисида”ги Қонуни. Қонун ҳужжатлари тўплами. – Т.: 2007 й., 40-сон.

Ahmedov I.A., Saidxo'jayeva N.C. Radiatsia xavfsizligi. Darslik. – Toshkent: TIQXMMI, 2019. – 184 б.

Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.12. “Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды”. - Л.: Гидрометеоздат, 2015.

Salomova F.I., Ponomaryova L.A., Inogamova V.V. Radiatsion gigiyena. O'quv qo'llanma. – Toshkent: O'zkitobsavdo, 2020. – 172 б.

СанПиН №0193-06. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006). – Ташкент, 2006. – 86 с.

Семенов С.И. Ионизирующие излучения в нашей жизни // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2009. – №2 (26). – С. 3-10.

Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. Учебное пособие. – М.: Академия, 2004. – 240 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

**З.М. УБАЙДУЛЛАЕВА<sup>1</sup>, Б.Э. НИШОНОВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Агенство гидрометеорологической службы

<sup>2</sup>Научно-исследовательский гидрометеорологический институт

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа данных об уровне гамма-излучения в атмосферном воздухе, а также суммарной бета-активности сухих атмосферных осадков и аэрозолей в нижнем слое атмосферы на территории Республики Узбекистан за 10 лет (2012-2021 гг.). По результатов многолетнего мониторинга, радиоактивное загрязнение

атмосферного воздуха на территории республики не превышало норм, установленных санитарными правилами и нормами радиационной безопасности (СанПиН 0193-06).

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, сухие атмосферные выпадения, аэрозоли, радиоактивное загрязнение, гамма-излучение, бета активность, мониторинг.

## ANALYSIS OF RADIOACTIVE POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Z.M. UBAYDULLAEVA<sup>1</sup>, B.E. NISHONOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agency of Hydrometeorological Service

<sup>2</sup>Hydrometeorological Research Institute

**Abstract.** *The article presents the results of monitoring of the level of gamma radiation in the atmospheric air, as well as the total beta activity of dry atmospheric fallouts and aerosols in the lower layer of the atmosphere in the territory of the Republic of Uzbekistan for 10 years (2012-2021). According to the results of many years of monitoring, radioactive air pollution in the republic did not exceed the norms established by sanitary rules and radiation safety standards (SanPiN 0193-06).*

**Key words:** *atmospheric air, dry atmospheric fallouts, aerosols, radioactive pollution, gamma radiation, beta activity, monitoring.*

## REFERENCES

Ozbekiston Respublikasining “Davlat sanitariya nazorati togrisida”gi Qonuni. [Law of the Republic of Uzbekistan "On State Sanitary Supervision"]. Qonun hujjatlari toplami. – T.: 2006 y., 41-son. (in Uzbek)

Ozbekiston Respublikasining “Fuqarolar sogligini saqlash togrisida”gi Qonuni. [Law of the Republic of Uzbekistan "On the Protection of the Health of Citizens"]. Qonun hujjatlari toplami. – T.: 2007 y., 40-son. (in Uzbek)

Ahmedov I.A., Saidxo’jayeva N.C.. Radiatsia xavfsizligi. [Radiation safety]. Darslik. – Toshkent: TIQXMMI, 2019. – 184 b. (in Uzbek)

Nastavleniya gidrometeorologicheskim stansiyam i postam. Vip.12. “Nablyudeniya za radioaktivnim zagryazneniem prirodnoy sredi”. [Instructions to hydrometeorological stations and posts. Issue 12. "Observations of radioactive pollution of the natural environment"]. – L.: Gidrometeoizdat, 2015. (in Russian)

Salomova F.I., Ponomaryova L.A., Inogamova V.V. Radiatsion gigiyena. [Radiation hygiene]. Oquv qollanma. – Toshkent: Ozkitobsavdo, 2020. – 172b. (in Uzbek)

SanPiN №0193-06. Normi radiatsionnoy bezopasnosti (NRB-2006) i osnovniye sanitarniye pravila obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti (OSPORB-2006). [Radiation safety standards (NRB-2006) and basic sanitary rules for ensuring radiation safety (OSPORB-2006)]. – Tashkent, 2006. – 86s. (in Russian)

Semenov S. I. Ioniziruyushiye izlucheniya v nashey jizni [Ionizing radiation in our life]. // Energobezopasnost i energosberejeniyе. - 2009. - №2 (26). - S.3-10. (in Russian)

Pivovarov Yu.P., Mixalev V.P. Radiatsionnaya ekologiya. [Radiation ecology]. Uchebnoe posobiye. – M.: Akademiya, 2004. – 240s. (in Russian)

УДК:556.114

**ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕК СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ  
РЕКИ СЫРДАРЬЯ****М.Н. РАХИМОВА<sup>1\*</sup>, Э.И. ЧЕМБАРISOV<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии, rahimova.matlyuba@gmail.com

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты анализа современного качества воды среднего течения р.Сырдарья по длине реки, по постам Каль, г.Бекабад (выше и ниже города), п.Надеждинский, ГПК-С, Геджиген, Деривационный канал Фархадской ГЭС; р.Чирчик по постам г.Газалкент выше и ниже города, г.Чирчик (выше и ниже города), г.Ташкент (выше и ниже города); р.Ахангаран – устье р.Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, дюкера Ташкентского канала, нижний бьеф Туябугузского водохранилища, выше пгт. Дустобод. Для каждого поста определено среднее годовое превышение предельно-допустимой концентрации (ПДК) загрязняющих компонентов, с отражением её на составленной ГИС-карте. Выявлено, что основными загрязняющими компонентами воды рек являются медь, сульфаты, фенолы, хром.

**Ключевые слова:** качество воды, загрязнение воды, превышение ПДК, промышленные сточные воды, фенолы, сульфаты, медь, хром, река Сырдарья, река Чирчик, река Ахангаран.

**Введение.** В настоящее время глобальное изменение климата привело к сокращению запасов пресной чистой воды, в связи с этим большое внимание уделяется эффективному и рациональному использованию водных ресурсов. В связи с этим, в шестой цели устойчивого развития ООН «Обеспечение наличия и рациональное использования водных ресурсов и санитария для всех» отмечается, что «доступ к безопасной воде и рациональное использование пресноводных экосистем имеет огромное значение для здоровья человека и экологической безопасности» [Цели устойчивого развития, 2015]. Это требует учета и анализа количества и качества поверхностных вод в аридных регионах в условиях постоянного увеличения потребности в пресной воде. В данной статье эта проблема была изучена на примере среднего течения р.Сырдарья.

Сырдарья – вторая по водности река Средней Азии. Общий сток с водосборной площади бассейна Сырдарья равен 1200 м<sup>3</sup>/с. Поверхностные водные ресурсы бассейна р.Сырдарья оцениваются в среднем в 33,2 км<sup>3</sup> и имеют отклонения в зависимости от водности лет. [Государственный водный кадастр, 1980]. Наиболее водоносными в бассейне р.Сырдарья являются реки Нарын, Карадарья и Чирчик, менее водоносна река Ахангаран. Основным источником питания рек являются талые воды сезонного снежного покрова, меньший удельный вес составляют воды ледников и «вечных снегов», а также дождевые воды. В зависимости от высотного положения водосбора, степени и времени увлажнения его осадками доля участия в питании рек тех или иных источников существенно меняется, в связи с этим в той или иной мере меняется и качество стока [Щульц, 1965].

Различные аспекты изменения стока р.Сырдарья под влиянием водохозяйственного строительства в бассейне и оценка качества воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности ранее были рассмотрены специалистами Научно-исследовательского гидрометеорологического института (НИГМИ) [Рубинова, 1979; Рубинова, Иванов, 2005].

Гидрохимические особенности речных и коллекторно-дренажных вод бассейна р.Сырдарья (в пределах Республики Узбекистан) были рассмотрены специалистом

Института водных проблем АН РУз [Лесник, 2004]. В этой работе, в основном, были рассмотрены изменения минерализации и химического состава воды р.Сырдарья начиная с рек Ферганской долины, а также было проведено гидрохимическое районирование коллекторно-дренажных вод орошаемых массивов. Автор не рассматривал проблемы загрязнения воды рек бассейна р.Сырдарья.

В 1988-1989 гг. под авторством д.г.н., проф.Э.И.Чембарисова вышли две монографии «Гидрохимия орошаемых территорий (на примере бассейна Аральского моря)» [Чембарисов, 1988] и «Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии» [Чембарисов, Бахритдинов, 1989]. В первой монографии большое внимание уделено описанию минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод, а во второй монографии эти же характеристики рассмотрены для вод рек бассейнов р.Амударья и р.Сырдарья, однако загрязнение вод этих рек не рассматривалось.

Некоторая информация о загрязнении речных вод Средней Азии приведены в монографии В.Е.Чуба «Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан» [Чуб, 2007].

Авторами дана оценка качества вод Туябугузского водохранилища, расположенного в среднем течении р.Ахангаран по гидрохимическим показателям, а также рассмотрено загрязнение воды водохранилища биогенными элементами и тяжелыми металлами [Саидмахмудова, Нишонов, 2021].

Б.Нишановым и др. рассмотрено изменение минерализации р.Ахангаран под антропогенным воздействием, выявлено повышение минерализации воды в зоне потребления стока несколько раз по сравнению с зоной формирования стока [Нишонов и др., 2022].

Несмотря на отмеченные публикации, загрязненность речных вод среднего течения р.Сырдарья подробно не были изучены, а также не были выделены приоритетные загрязняющие вещества, присутствующие в этих водах.

**Целью** данного исследования является оценка современного состояния загрязнения среднего течения р.Сырдарья, рек Чирчик и Ахангаран. **Объектом** исследования являются река Чирчик, река Ахангаран и река Сырдарья в среднем течении. **Предметом** исследования является выявление количества загрязняющих ингредиентов на створах по длине рек Чирчик, Ахангаран, Сырдарья в среднем течении и степень их превышения ПДК.

**Первичные данные.** В исследовании использованы данные по загрязнению речных вод лаборатории «Засоление и загрязнение почв и вод орошаемых массивов» Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем и данные Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромета) [Государственный ..., 2016-2020; Ежегодники... 2010-2020].

**Методы исследования.** В статье применены методы картографирования, гидрохимического обобщения, математической статистики.

**Основные результаты и обсуждение.** Анализ современного состояния загрязненности речных вод проведен отдельно для среднего течения реки Сырдарья, реки Чирчик и реки Ахангаран, а также коллекторов по данным «Государственного водного кадастра» (Узгидромет) по пунктам наблюдения качества воды, приведенным в табл. 1.

Перечень загрязняющих веществ, превышающих предельно-допустимую концентрацию (ПДК) на каждом створе приведён в табл. 2 и на рис. 1.

Выявлено, что в створе р. Сырдарья – кишл. Каль превышение ПДК наблюдается по следующим компонентам: меди – 2,9 раза, сульфатов – 3,1 раза, фенолов – 7,3 раза и шестивалентного хрома – 2,2 раза.

Таблица 1

Пункты наблюдения качества воды в бассейнах рек Сырдарья, Чирчик и Ахангаран

Table 1

Water quality observation points in the Syrdarya, Chirchik and Akhangaran rivers basins

река Сырдарья	река Чирчик	река Ахангаран
- кишл. Каль	- ниже г. Газалкент	- устье р. Иерташ
- г. Бекабад (выше города)	- г. Чирчик (ниже сбросов УзКТЖМ)	- ниже Ахангаранской плотины
- г. Бекабад (ниже города)	- г. Ташкент (выше города)	- ниже дюкера
- пос. Надеждинский	- г. Ташкент (ниже города)	Ташкентского канала
- ниже устья коллектора ГПК-С	- пос. Новомихайловка	- нижний бьеф
- р. Геджиген – устье	- г. Чиназ	Туябугузского
- коллектор Шурузьяк – устье	- канал Салар – г. Янгиюль	водохранилища
- коллектор ГПК-С – устье	- канал Салар – г. Ташкент (ниже города)	- пгт. Дустобод (выше устья)
	- канал Карасу (правобережный) – г. Ташкент (ниже города)	- правобережный канал Туябугузского водохранилища пос. Туябугуз
	- канал Бозсу – г. Ташкент (ниже города)	- кан. Карасу (левобережный) – устье
	канал Бозсу – устье	медь

Ниже по течению у г. Бекабад (выше и ниже города), в створе Надеждинский, ниже устья коллектора ГПК-С и у пос. Геджиген также наблюдается превышение концентрации меди, фенолов, сульфатов, а на некоторых створах - биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>), минерализации, азота нитритного, нефтепродуктов и магния. Причиной превышения ПДК является сброс в реку промышленных сточных вод и коллекторно-дренажных вод с орошаемых полей [Чембарисов Э., Рахимова М., 2019].

Наиболее загрязнена воды в коллекторах Шурузьяк и ГПК-С – устье. В воде коллекторов превышение ПДК в 1,9-2,1 раза наблюдается по следующим компонентам: магний, сульфаты, фенолы, медь, нефтепродукты, цинк, минерализация.

В верховьях бассейна р. Чирчик (створы выше и ниже г. Газалкента, курорт Чимган, село Муллала, с. Ходжикент, курорт Акташ) превышение ПДК в речной воде наблюдается по меди в 2,2-2,5 раза, при входе р. Чирчик в промышленную зону в воде наблюдается превышение концентрации меди, азота аммонийного, фенолов, нефтепродуктов, азота нитритного. Также наблюдается превышение ПДК в речной воде этих компонентов выше и ниже г. Ташкента, у пос. Новомихайловка. В низовье бассейна у г. Чиназ наблюдается превышение ПДК меди в 3,5 раза, азота нитритного в 1,7 раза, сульфатов в 3,8 раза и фенолов в 3,5 раза. В воде канала Салар на всех створах ПДК превышают следующие компоненты: медь – 3,7-4,5 раза, азот аммонийный – 3,5-3,7 раза, фенолы – 1,0-5,7 раза, азот нитритный – 3,3-4,1 раза, нефтепродукты – 1,9-3,2 раза, сульфаты – 1,3 раза.

Вода канала Карасу и канала Бозсу в верхнем течении загрязнена в меньшей степени. Наблюдается превышение ПДК следующих компонентов: фенолы – 1,1-2,1 раз, медь – 2,9-3,9 раза, нефтепродукты – 1,9-2,5 раза, сульфаты – 1,4 раза. В воде канала Бозсу у устья количество компонентов, превышающих ПДК увеличивается: сульфаты – 3,9 раза, азот аммонийный – 2,2 раза, азот нитритный – 3,8 раза, медь – 3,9 раза, фенолы – 1,8 раза, магний – 1,3 раза. Причиной превышения ПДК является сброс в водотоки промышленных сточных вод.

Таблица 2

**Загрязнение поверхностных вод среднего течения р. Сырдарья  
(по данным Узгидромета, [ГВК, 2020])**

Table 2

**Pollution of surface waters of the middle course of the river Syrdarya  
(according to Uzhydromet, [GVK, 2020])**

№	Река, створ	Компоненты, превышающие ПДК									
		медь	сульфаты	фенолы	минерализация	БПК <sub>5</sub>	хром	азот нитритный	азот аммонийный	нефте-продукты	магний
1	р.Чирчик – ниже г. Газалкент	2,5		1,0							
2	р.Чирчик – г. Чирчик (ниже сбросов УзКТЖМ)	3,3						5,1		1,8	
3	р.Чирчик – г. Ташкент (выше города)	3,2		2,0				5,5			
4	р.Чирчик – г. Ташкент (ниже города)	3,4	3,5	4,3							
5	р.Чирчик – пос. Новомихайловка	3,5	3,5	3,8							
6	р.Чирчик – г. Чиназ	3,5	3,8	3,5				1,7			
7	канал Салар – г. Янгиюль (ниже города)	4,5		5,8				4,5	3,7	2,6	
8	канал Салар – г. Ташкент (ниже города)	3,7		5,7				4,1	3,5	3,2	
9	канал Карасу (правобережный) – г. Ташкент (ниже города)	5,0		1,6						2,2	
10	канал Бозсу – г. Ташкент (ниже города)	3,9		2,1						1,9	
11	канал Бозсу – устье	3,9	3,9					3,8	2,2		
12	р. Сырдарья – г. Бекабад (ниже города)	1,8	6,3	2,4	1,3	1,9					
13	р. Сырдарья – кишл. Каль	2,9	3,1	7,3			2,2				
14	р. Ахангаран (Ангрен) – устье р. Иерташ	2,7									
15	р. Ахангаран – ниже Ахангаранского вдхр.	2,8									
16	р. Ахангаран – нижний бьеф Туябугузского водохранилища	3,4	1,7								
17	р. Ахангаран – пгт. Дустобод (выше устья)	3,9	2,8	2,0						1,0	
18	Правобережный канал Туябугузского водохранилища пос. Туябугуз	2,8	2,0								
19	кан. Карасу (левобережный) – устье	3,8	4,4	2,5			2,8				
20	р. Сырдарья – Надеждинский	1,5	6,6	2,0		1,9					
21	р. Сырдарья – ниже устья колл. ГПК-С	4,3	4,1	3,7							
22	р. Сырдарья – Геджиген		7,7								2,5
23	Деривационный канал Фархадской ГЭС	2,4	6,2	1,6		2,1					
24	канал Дустлик – г. Гулистан	1,9	5,9							1,6	1,8
25	коллектор Шурузяк	2,3	10,8	3,8						1,9	3,6
26	коллектор ГПК-С – устье	2,4	10,9	6,0	2,1						2,9

В верховьях бассейна **р. Ахангаран** (створы устье р. Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, дюкера Ташкентского канала) превышение ПДК в речной воде наблюдается только по меди в 2,0-2,8 раза. Ниже по течению в нижнем бьефе Туябугузского водохранилища вплоть до пгт. Дустобод (выше поселка) и в р. Абджазсай – кишл. Абджаз в речной воде наблюдается превышение меди в 3,4-4,6 раза и сульфатов в 1,7-3,1 раза. В Правобережном канале Туябугузского водохранилища – пос. Туябугуз превышает ПДК содержание меди в 2,8 раза, а сульфатов в 2,0 раза. В низовьях

р. Ахангаран – пгт. Дустобод (выше устья) превышение ПДК наблюдается по меди – 3,9 раза, нефтепродуктам – 1,0 раз, сульфатам – 2,8 раза, фенолам – 2,0 раза.

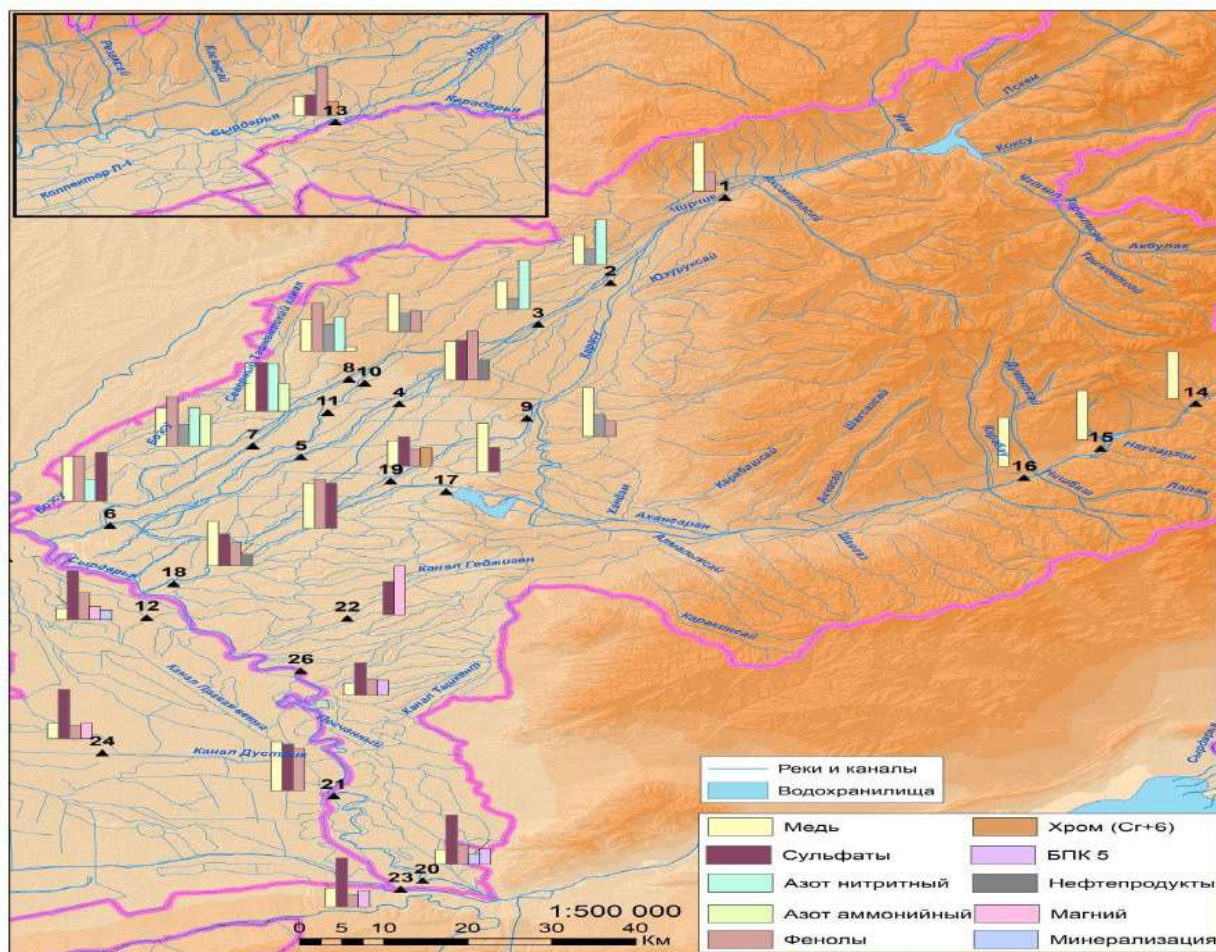


Рис. 1. Превышение ПДК загрязняющих веществ в воде водотоков среднего течения р.Сырдарья  
(номера пунктов соответствуют указанным в табл.2)

Fig. 1. Exceeding the MAC of pollutants in the water of watersheds in the middle reaches of the Syrdarya River  
(numbers of monitoring points correspond to those specified in Table 2)

В Левобережном канале Карасу превышение ПДК наблюдается также по меди – 3,8 раза, фенолам – 2,5 раза, сульфатам – 4,4 раза и хрому трехвалентному – 2,8 раза.

По полученным данным составлена ГИС-карта «Превышение ПДК загрязняющих элементов в воде рек среднего течения р.Сырдарья» (рис. 1).

**Заключение.** Проведенные исследования позволяют заключить, что в среднем течении р.Сырдарья качество речной воды по длине реки постепенно ухудшается. Причиной этого является сбросы в реку различных загрязненных промышленных, коммунально-бытовых сточных вод и сброс коллекторно-дренажных вод с оросительной территории бассейна.

Выявлено, что основными загрязняющими веществами в водотоках являются сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, аммиак и аммоний, нефтепродукты, фенолы, соединения железа, меди, цинка, свинца, кадмия, никеля, ртути. С учетом расчетов

индекса загрязнения воды (ИЗВ) было выявлено, что в реке Сырдарья в настоящее время вода относится к III классу (умеренно загрязненная), в верховьях рек Чирчик и Ахангаран – к II классу (чистые), а в нижнем течении – к III классу (умеренно загрязненная).

**Вклад авторов. М.Н. Рахимова:** Сбор и статистическая обработка данных, табличное и графическое представление результатов, анализ, написание текста, оформление. **Э.И. Чембарисов:** Научное руководство, методология, постановка проблемы, проверка. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

## ЛИТЕРАТУРА

Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. Том 14. Выпуск 1. Бассейн р.Сырдарья. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 429 с.

Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных, подземных вод, их использование и качество. Выпуск 16. – Т.: Узгидромет, 2017-2020 гг. – 22 с.

Ежегодник качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 2010-2020 гг. – Т.: Узгидромет.

Лесник Т.Ю. Гидрохимические особенности речных и коллекторно-дренажных вод бассейна р.Сырдарья (в пределах Республики Узбекистан). Автореферат диссертации на соиск.уч.ст.кандидата географических наук. – Т.: Узгидромет, 2004. – 22с.

Нишонов Б.Э., Нурматов М.Н., Йўлдошева Ч.А. Охангарон дарёси минерализациясининг антропоген таъсир натижасида ўзгаришлари // Гидрометеорология ва атроф-мухит мониторинги. 2022. №2. – Б. 83-91.

Рубинова Ф.Э. Изменение стока р.Сырдарья под влиянием водохозяйственного строительства в бассейне. – М.: Гидрометеоздат, 1979. – 139 с.

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

Саидмахмудова Л.А., Нишонов Б.Э. Оценка качества воды Туябугузского водохранилища по гидрохимическим показателям / Сборник статей международной научно-практической конференции «Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения». – Ташкент: НИГМИ, 2021. – С.241-244.

Чембарисов Э.И. Гидрохимия орошаемых территории (на примере бассейна Аральского моря). – Т.: Фан, 1988. – 104 с.

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

Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: Voris nashriyoti, 2007. – 132 с.

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691 с.

## СИРДАРЁ ДАРЁСИНИНГ ЎРТА ОҚИМИДАГИ ЕР УСТИ СУВЛАРИНИНГ ИФЛОСЛАНГАНЛИГИ

**М.Н. РАХИМОВА<sup>1</sup>, Э.И. ЧЕМБАРИСОВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Давлатлараро мувофиқлаштирувчи сув хўжалиги комиссиясининг Илмий-ахборот маркази, rahimova.matlyuba@gmail.com

<sup>2</sup>Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти

**Аннотация.** Ушбу мақолада Сирдарё дарёси ўрта оқимидаги Кал, Бекобод (шаҳардан юқорида ва қуйида), Надеждинский қишлоғи, ГПК-С, Гежиген, Фарҳод ГЭС канали постларидаги дарё узунлиги бўйича, Чирчиқ дарёси – Ғазалкент шаҳри (юқорисида ва қуйида), Чирчиқ шаҳри (юқорисида ва қуйида), Тошкент шаҳри (юқорисида ва қуйида) постларидаги, Охангарон дарёси –

Эртош дарёсининг қуйилишидан қуйида, Оҳангарон тўғонидан қуйида, Тошкент каналининг дюкериди, Туябуғуз сув омборидан қуйида, Дўстобод (юқори) постларидаги замонавий сув сифатининг таҳлили натижалари келтирилган. Ҳар бир гидрологик пост учун ифлослантирувчи компонентларнинг рухсат этилган меъёрдан (РЭМ) ўртача йиллик ортиши аниқланган, натижалар ГАТ харитасида акс эттирилган. Дарё сувининг асосий ифлослантирувчи компонентлари мис, сульфатлар, феноллар, хром эканлиги аниқланган.

**Калит сўзлар:** сув сифати, сувнинг ифлосланиши, РЭМ дан ортиши, оқова сувлар, феноллар, сульфатлар, мис, хром, Сирдарё дарёси, Чирчиқ дарёси, Оҳангарон дарёси.

## POLLUTION OF SURFACE WATER IN THE MIDDLE CURRENT OF THE SYRDARYA RIVER

M.N. RAKHIMOVA<sup>1</sup>, E.I. CHEMBARISOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Scientific Information Center of Interstate Commission for Water Coordination of Central Asia, raximova.matlyuba@gmail.com,

<sup>2</sup> Research Institute of Irrigation and Water Problem

**Abstract.** *This article presents the results of the analysis of the current water quality of the middle reaches of the Syrdarya River along the length of the river, at the posts of Kal, Bekabad (above and below the city), Nadezhdinsky settlement, GPK-S, Gejigen, Derivation canal of the Farhad hydroelectric power station; Chirchik river according to the posts of Gazalkent city (above and below the city), Chirchik city (above and below the city), Tashkent city (above and below the city); Akhangaran river - the mouth of the Irtash river, below the Akhangaran dam, siphon of the Tashkent Canal, downstream of the Tuyabuguz reservoirs, above the Dustobod village. For each post, the average annual excess of the maximum permissible concentration (MPC) of polluting components was determined, with its reflection on the compiled GIS map. It was revealed that the main polluting components of river water are copper, sulphates, phenols, chromium.*

**Keywords:** *water quality, water pollution, excess of MPC, industrial wastewater, phenols, sulphates, copper, chromium, Syrdarya river, Chirchik river, Akhangaran river.*

## REFERENCES

Gosudarstvenniy vodniy kadastr. Osnovniye gidrologicheskiye xarakteristiki [State water cadastre. Basic hydrological characteristics]. Tom 14. Vipusk 1. Basseyn Sirdarya. – L.: Gidrometeoizdat, 1980. – 429 s. (in Russian)

Gosudarstvenniy vodniy kadastr. Resursi poverxnostnix, podzemnix vod, ix ispolzovaniye i kachestvo [State water cadastre. Resources of surface and ground waters, their use and quality]. Vipusk 16. – T.: Uzgidromet, 2017-2020 gg. – 22 s. (in Russian)

Yejegodnik kachestva poverxnostnix vod na territorii deyatelnosti Uzgidrometa za 2010-2020 gg. [Yearbook of surface water quality in the territory of Uzhydromet for 2010 – 2020]. – T.: Uzgidromet. (in Russian)

Lesnik T.Yu. Gidroximicheskie osobennosti rechnix i kollektorno-drenajnix vod basseyna r.Sirdarya (v predelax Respubliki Uzbekistan). [Hydrochemical features of river and collector-drainage waters of the Syrdarya river basin (within the Republic of Uzbekistan)]. Avtoreferat dissertatsii na soisk.uch.st.kandidata geograficheskix nauk., - T.: Uzgidromet, 2004. – 22 s. (in Russian)

Nishonov B.E., Nurmatov M.N., Yoldosheva Ch.A. Oxangaron daryosi mineralizatsiyasining antropogen tasir natijasida ozgarishlari [Changes in mineralization of the Akhangaran River as a result of anthropogenic influence] // Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi. 2022. №2. – B. 83-91. (in Uzbek)

Rubinova F.E. Izmenenie stoka r.Sirdarya pod vliyaniem vodoxozyaystvennogo stroitelstva v bassejne [Change in the flow of the Syrdarya river under the influence of water management construction in the basin]. – M.: Gidrometeoizdat, 1979. – 139 s. (in Russian)

*Rubinova F.E., Ivanov Yu.N.* Kachestvo vodi rek basseyna Aralskogo morya i yego izmenenie pod vliyaniem hozyaystvennoy deyatel'nosti [Water quality of the rivers of the Aral Sea basin and its change under the influence of economic activity]. – T.: NIGMI, 2005. – 185 s. (in Russian)

*Saidmaxmudova L.A., Nishonov B.E.* Otsenka kachestva vodi Tuyabuguzskogo vodoxranilisha po gidrologicheskim pokazatelyam [Water quality assessment of the Tuyabuguz reservoir based on hydrological indicators] / Sbornik statey mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Gidrometeorologiya, izmenenie klimata i monitoring okrujayushey sredi: aktualniye problemi i puti ix resheniya». – Tashkent: NIGMI, 2021. – S. 241-244. (in Russian)

*Chembarisov E.I.* Gidroximiya oroshaemix territorii (na primere basseyna Aralskogo morya) [Hydrochemistry of irrigated territories (on the example of the Aral Sea basin)]. – T.: Fan, 1988. – 104 s. (in Russian)

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

*Chub V.E.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na gidrometeorologicheskie protsessi, agroklimaticheskie i vodnie resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: Voris nashriyoti, 2007. – 132 s. (in Russian)

*Shults V.L.* Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. – L.:Gidrometeoizdat, 1965. – 691 s. (in Russian)

**ШАРҲЛАР / ОБЗОРЫ / REVIEWS****ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В УЗБЕКИСТАНЕ  
В 2022 ГОДУ****И.А. КАРИМОВ<sup>1</sup>, Б.Э. НИШОНОВ<sup>2\*</sup>, Л.Н. ГРАНКИНА<sup>1</sup>, М.А. ПЛОЦЕН<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Агентство гидрометеорологической службы Республики Узбекистан<sup>2</sup>Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, bnishonov@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено загрязнение атмосферного воздуха в городах Республики Узбекистан в 2022 году по данным наблюдательной сети Узгидромета по основным загрязняющим веществам (взвешенные частицы (пыль), диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода). Показано, что средние за год концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе большинства городов Узбекистана были ниже нормативов качества, только в атмосферном воздухе некоторых городов отмечено превышение среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК). Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) в городах был в пределах 0,49-3,65.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, загрязнение, пыль, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, ИЗА, Узбекистан.

**Введение.** В Узбекистане, в целях наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, комплексной оценки, прогноза его состояния и обеспечения заинтересованных министерств и ведомств, а также населения текущей информацией о загрязнении атмосферного воздуха организован государственный мониторинг атмосферного воздуха. Ответственным за проведение мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории республики является Агентство гидрометеорологической службы (Узгидромет) при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата.

Главная задача мониторинга атмосферного воздуха – определение концентраций загрязняющих веществ и оценка соответствия параметров атмосферного воздуха установленным нормативам. Мониторинг качества атмосферного воздуха является одним из важнейших этапов для разработки необходимой экологической документации.

Мониторингу и контролю на всей территории республики подлежат основные загрязняющие вещества: твердые частицы (пыль), диоксид серы, оксид углерода, оксид и диоксид азота. В зависимости от специфики близлежащих источников выбросов определяются также концентрации приоритетных специфических загрязняющих веществ: формальдегида, аммиака, фенола и др. В промышленных центрах определяется содержание в атмосферном воздухе свинца, кадмия, цинка, меди. На автоматических станциях мониторинга измеряются концентрации основных загрязняющих веществ, а также твердых мелкодисперсных частиц по фракциям размером от 1 микрон до 10 микрон (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub>). Информация о загрязнении атмосферного воздуха на пунктах наблюдения Узгидромета отображается на сайте <https://monitoring.meteo.uz>.

Мониторинг качества атмосферного воздуха состоит из следующих этапов: отбор проб атмосферного воздуха аспирационным методом (или проведение инструментальных замеров), доставка проб в лабораторию, проведение измерений, оформление результатов.

**Современная сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха Республики Узбекистан.** Регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха

\* Ответственный автор: bnishonov@mail.ru, тел.: +998 97 197-03-95

в крупных промышленных городах Узбекистана были начаты в 1972 году. Количество пунктов наблюдения в городах, в зависимости от численности населения [ГОСТ...], примерно одинаковое - от 1 до 4, только в г.Ташкент - 15 (табл. 1).

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в 2022г. проводился в 26 городах Узбекистана - 66 стационарных постах, 1 станции Фонового мониторинга (Чаткальский биосферный заповедник) и 2 автоматических станциях мониторинга, расположенных в городе Ташкент (рис. 1) [Обзор..., 2023].

Таблица 1

## Пункты мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха в Узбекистане

Table 1

## Air pollution monitoring stations in Uzbekistan

№	Город	Кол-во пунктов	№	Город	Кол-во пунктов
1	Алмалык	3	14	Навои	3
2	Ангрен	3	15	Наманган	3
3	Андижан	3	16	Нукус	2
4	Бекабад	3	17	Нурабад	1
5	Бухара	3	18	Нурафшан	1
6	Гулистан	2	19	Самарканд	4
7	Денау	1	20	Сариасия	2
8	Каган	1	21	Ташкент	13
9	Карши	2	22	Термез	1
10	Китаб	1	23	Ургенч	2
11	Коканд	2	24	Фергана	4
12	Маргилан	1	25	Чирчик	3
13	Мубарек	2	26	Шахрисабз	2

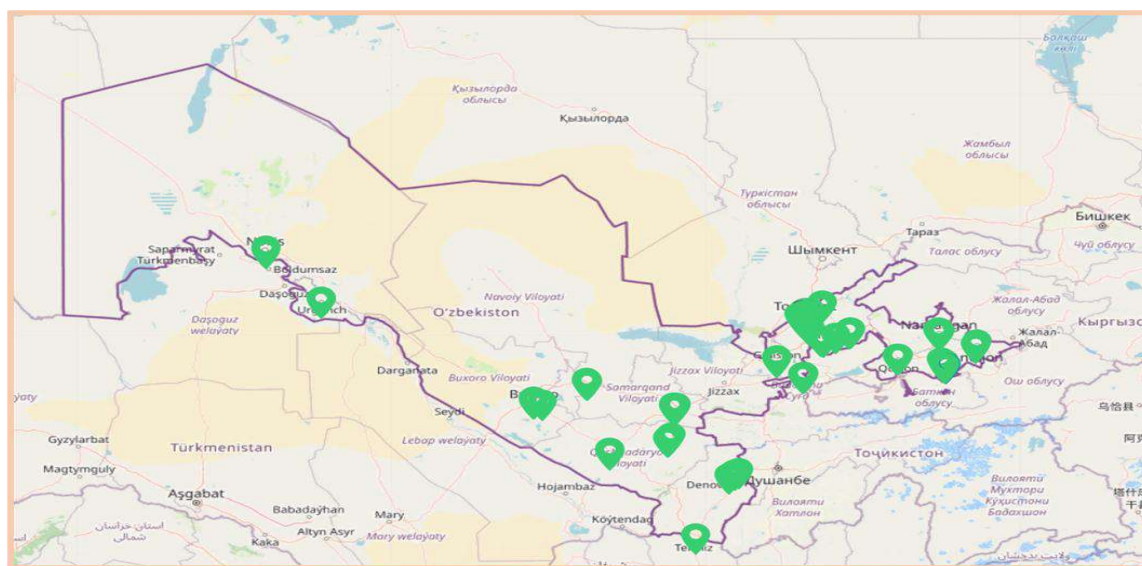


Рис. 1. Карта расположения пунктов мониторинга загрязнения атмосферного воздуха Узгидромета (<https://monitoring.meteo.uz>)

Fig. 1. Location map of air pollution monitoring stations of Uzhydromet (<https://monitoring.meteo.uz>)

Качество атмосферного воздуха в городах Республики Узбекистан в 2022 г. Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха используется комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). В соответствии с существующими методами

оценки уровень загрязнения считается *повышенным* при ИЗА от **5** до **6**, *высоким* при ИЗА от **7** до **13** и *очень высоким* при ИЗА равном или больше **14**.

По данным мониторинга загрязнения атмосферного воздуха Узгидромета в 2022 году на территории Узбекистана сохранялась стабильная ситуация (табл. 2).

Таблица 2

## Значение ИЗА в городах Республики Узбекистан в 2022 г.

Table 2

## The value of API in the cities of the Republic of Uzbekistan in 2022

№	Город	ИЗА	№	Город	ИЗА
1	Алмалык	3,16	14	Навои	3,04
2	Ангрен	2,93	15	Наманган	3,64
3	Андижан	2,19	16	Нукус	2,03
4	Бекабад	3,51	17	Нурабад	1,10
5	Бухара	2,31	18	Нурафшан	1,24
6	Гулистан	1,61	19	Самарканд	2,08
7	Денау	1,18	20	Сариасия	1,24
8	Каган	0,72	21	Ташкент	3,56
9	Карши	0,75	22	Термез	0,65
10	Китаб	0,97	23	Ургенч	1,31
11	Коканд	1,98	24	Фергана	2,99
12	Маргилан	1,25	25	Чирчик	2,49
13	Мубарек	0,49	26	Шахрисабз	0,96

**Качество атмосферного воздуха в 2022 году по основным загрязняющим веществам.** Для оценки качества атмосферного воздуха используется сравнение фактических концентраций загрязняющих веществ с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК) (табл. 3).

Таблица 3

## Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Table 3

## Maximum permissible concentrations of pollutants in the atmospheric air of populated areas

Загрязняющее вещество	Значение ПДК, мкг/м <sup>3</sup>		
	максимально-разовая	средне-суточная	годовая
<b>Основные загрязняющие вещества</b>			
Твердые частицы суммарно	500	350	150
Твердые частицы (PM <sub>10</sub> )	500	300	50
Диоксид серы	500	200	50
Диоксид азота	85	60	40
Оксид углерода	5000	4000	3000
<b>Специфические загрязняющие вещества</b>			
Аммиак	200	120	40
Формальдегид	35	12	3,0
Фенол	10	7,0	3,0
Фтористый водород	12	8	2,5
Свинец	1,5	1,0	0,3
Кадмий	1,5	1,0	0,3
Медь	3,0	2,0	1,0
Никель	5,0	3,0	1,0
Бенз(а)пирен	1 нг/м <sup>3</sup>		

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – это максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

В Узбекистане действуют СанПиН РУз №0293-11 «Гигиенические нормативы перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест на территории Республики Узбекистан» [СанПиН, 2011], в котором указаны ПДК загрязняющих атмосферных веществ (табл. 3).

**Оксиды азота.** Средняя концентрация оксидов азота в атмосферном воздухе в городах республики изменялась от 0,01 до 0,05 мг/м<sup>3</sup>. В 6-и городах – в Бекабаде, Ташкенте, Намангане, Навои содержание диоксида азота превысило ПДК<sub>с.с.</sub> в 1,3 раза, в Фергане и Маргилане в 1,5 раза (рис. 2).

**Диоксид серы.** Средняя концентрация диоксида серы в атмосферном воздухе городов была в пределах от 0,002 до 0,056 мг/м<sup>3</sup>. Во всех городах концентрации не превышали ПДК, кроме г.Алмалык, где ПДК<sub>с.с.</sub> составило 1,1 ПДК (рис. 3).

**Оксид углерода (СО).** Средняя концентрация оксида углерода в городах наблюдалась в пределах от 0,6 до 4,0 мг/м<sup>3</sup>. Концентрация оксида углерода превысила ПДК в городах Алмалык в 1,1 раза, Ангрен – 1,2 раза, Наманган – 1,3 раза (рис. 4).

**Твердые взвешенные вещества (пыль).** Содержание пыли в атмосферном воздухе городов наблюдалось в пределах от 0,07 до 0,20 мг/м<sup>3</sup>. Превышение ПДК зафиксировано в городе Андижан в 1,3 раза, а в городе Нукус в 1,2 раза (рис. 5).

**Мелкодисперсные частицы PM10 и PM2,5.** Среднемесячное содержание мелкодисперсных частиц PM10 в г.Ташкент не превысило норматива качества воздуха, установленные СанПиН 0293-11 (рис. 5). В Узбекистане нормативы мелкодисперсных частиц PM2,5 в атмосферном воздухе ещё не разработаны.

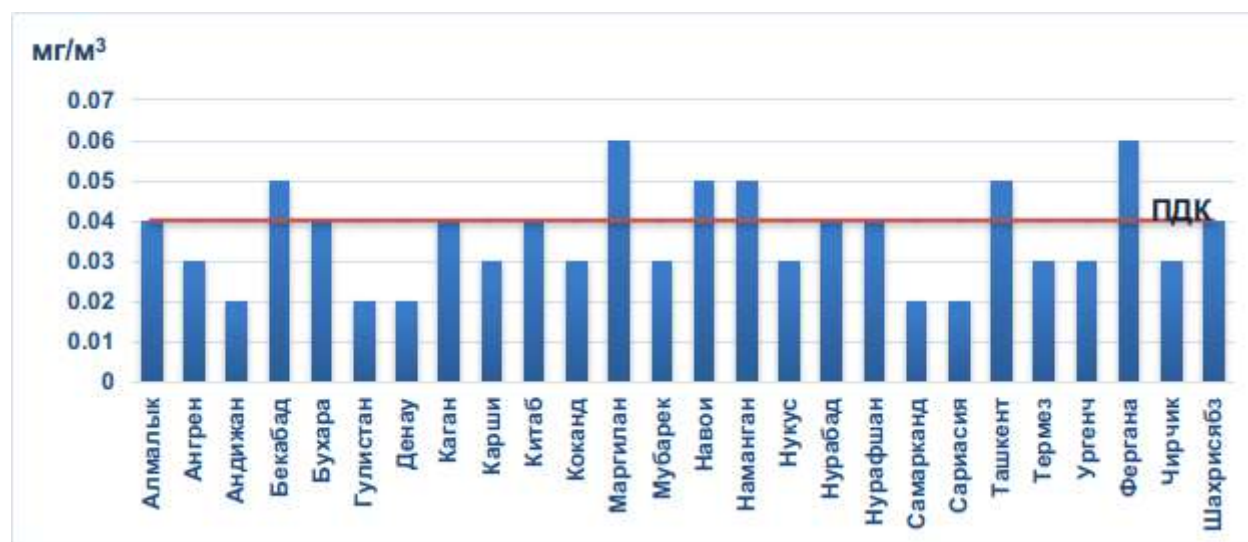


Рис. 2. Среднегодовое содержание диоксида азота в атмосферном воздухе в 2022 г.

Fig. 2. Average annual content of nitrogen dioxide in atmospheric air in 2022

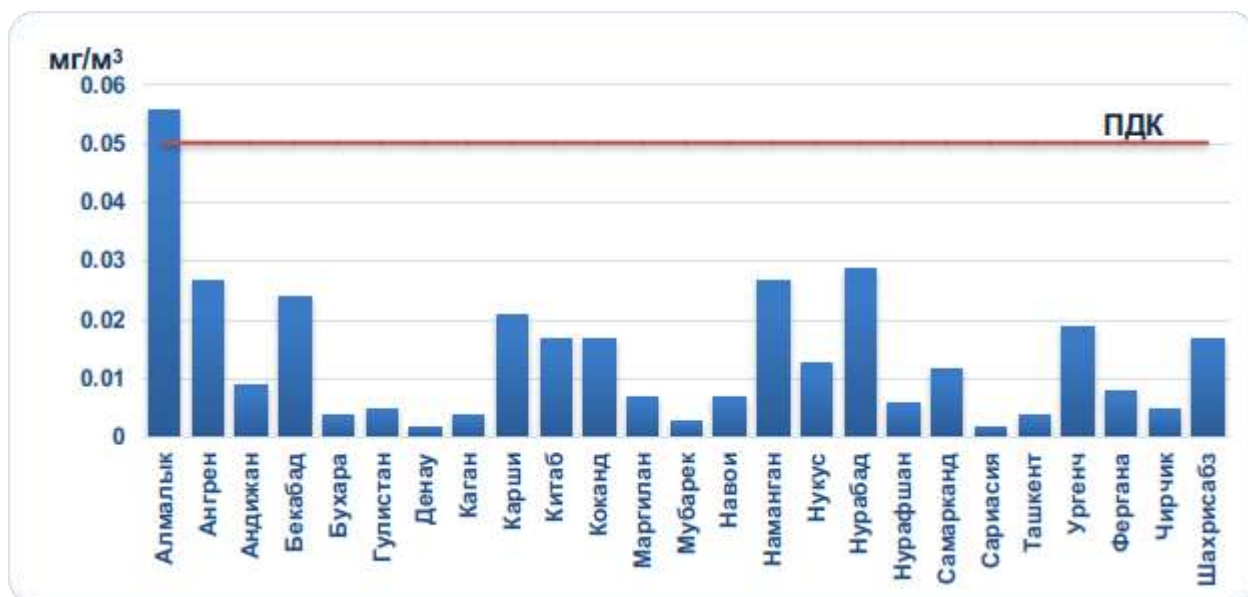


Рис. 3. Среднегодовое содержание диоксида серы в атмосферном воздухе в 2022 г.

Fig. 3. Average annual content of sulfur dioxide in atmospheric air in 2022

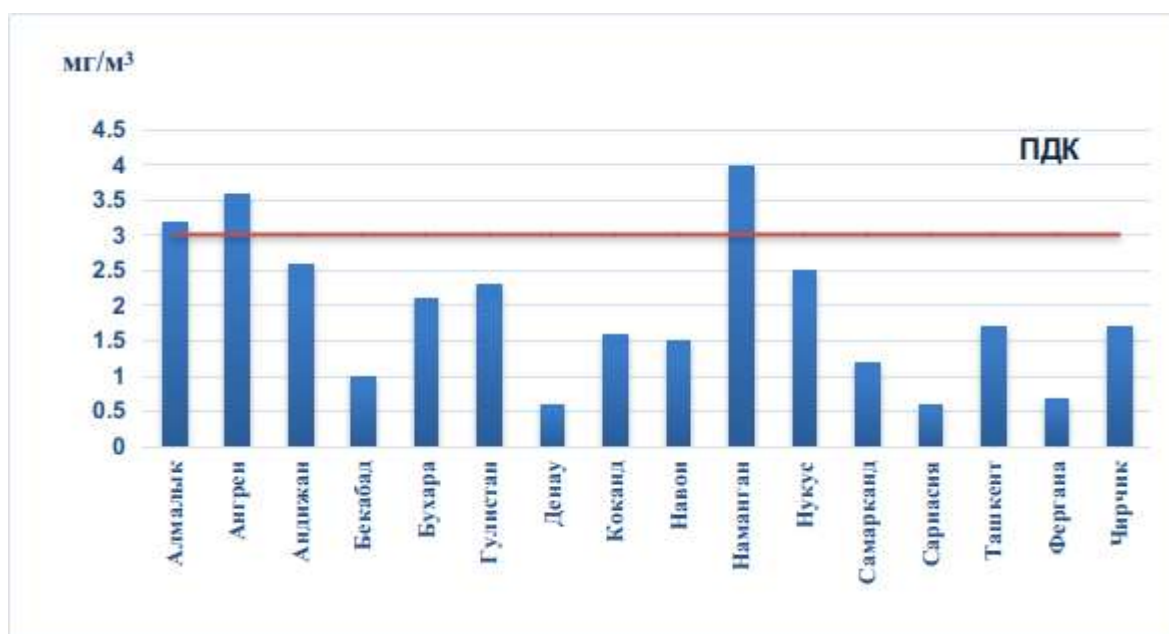


Рис. 4. Среднегодовое содержание оксида углерода в атмосферном воздухе в 2022 г.

Fig. 4. Average annual content of carbon monoxide in atmospheric air in 2022

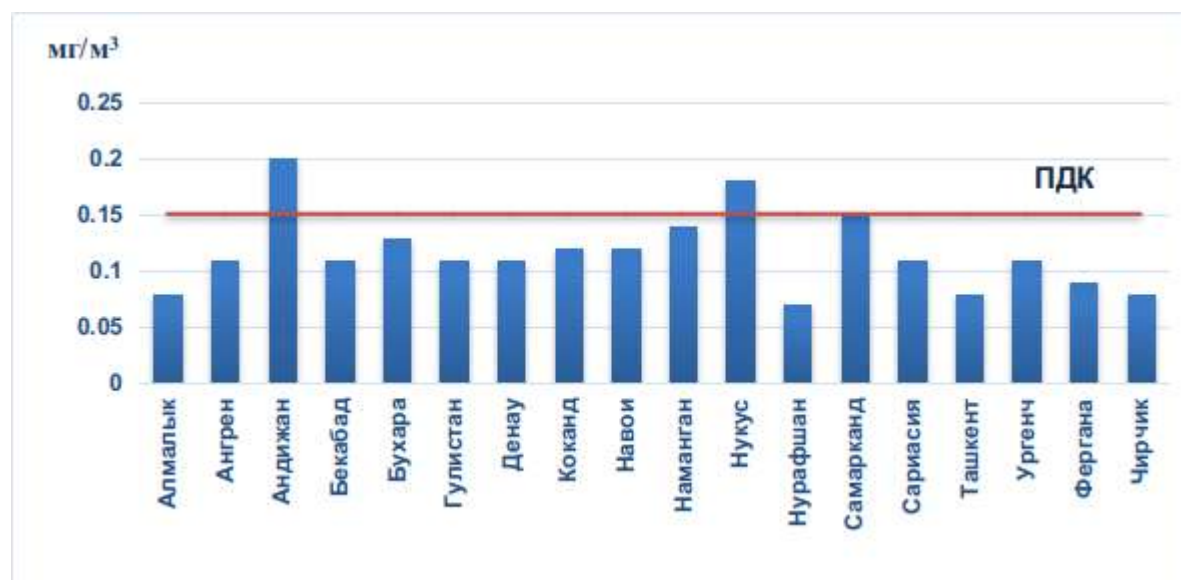


Рис. 5. Среднегодовое содержание пыли в атмосферном воздухе в 2022 г.  
Fig. 5. Average annual dust content in the atmospheric air in 2022

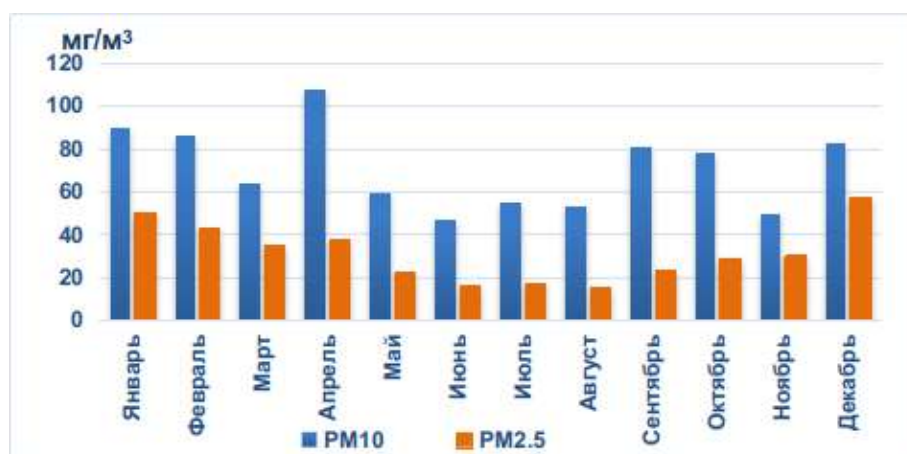


Рис. 6. Среднемесячное содержание мелкодисперсных взвешенных частиц PM10 и PM2,5 в атмосферном воздухе г.Ташкент в 2022 г.

Fig. 6. Monthly mean PM10 and PM2.5 content in the atmospheric air in Tashkent city in 2022

**Выводы.** По данным мониторинга загрязнения атмосферного воздуха Узгидромета в 2022 году на территории Узбекистана сохранялась стабильная ситуация по качеству атмосферного воздуха, средние за год концентрации основных загрязняющих веществ в большинстве контролируемых городов Узбекистана были ниже нормативов качества.

## ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ 17.2.3.01-86. Правила контроля качества воздуха в населенных пунктах.

Обзор состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах Республики Узбекистан на территории деятельности Узгидромета за 2022 г. – Ташкент, 2023. – 155 с.

СанПиН РУз №0293-11. Гигиенические нормативы перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест на территории Республики Узбекистан. – Ташкент, 2011.

*Электрон ресурс:*

[https:// monitoring.meteo.uz](https://monitoring.meteo.uz)

**ЎЗБЕКИСТОНДА 2022 ЙИЛДА АТМОСФЕРА ҲАВОСИНИ ИФЛОСЛАНИШИ****И.А. КАРИМОВ<sup>1</sup>, Б.Э. НИШОНОВ<sup>2</sup>, А.Н. ГРАНКИНА<sup>1</sup>, М.А. ПЛОЦЕН<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлиги<sup>2</sup>Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, bnishonov@mail.ru

**Аннотация.** Мақолада Ўзбекистон Республикаси шаҳарларида 2022 йилда атмосфера ҳавосини асосий ифлослантирувчи моддалар (муаллақ моддалар (чанг), азот диоксиди, олтингугурт диоксиди, углерод оксиди) билан ифлосланиши Ўзгидромет кузатув тармогининг маълумотлари асосида кўриб чиқилган. Ўзбекистоннинг кўпгина шаҳарлари атмосфера ҳавосидаги асосий ифлослантирувчи моддаларнинг йиллик ўртача миқдорлари меъёрлардан паст бўлган, фақат баъзи шаҳарлар атмосфера ҳавосида суткалик ўртача рухсат этилган концентрациялардан юқорилиги қайд этилган. Шаҳарларда атмосфера ҳавосини ифлосланиши индекси (АИИ) 0,49-3,65 оралигида бўлган.

**Ключевые слова:** атмосфера ҳавоси, ифлосланиши, чанг, азот диоксиди, олтингугурт диоксиди, углерод оксиди, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, АИИ, Ўзбекистон.

**ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN UZBEKISTAN IN 2022****I.A. KARIMOV<sup>1</sup>, B.E. NISHONOV<sup>2</sup>, A.N. GRANKINA<sup>1</sup>, M.A. PLOTSEN<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Agency of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan<sup>2</sup>Hydrometeorological Research Institute, bnishonov@mail.ru

**Abstract.** The article considers atmospheric air pollution in the cities of the Republic of Uzbekistan by the main pollutants (suspended particles (dust), nitrogen dioxide, sulfur dioxide, carbon monoxide) in 2022 according to data of the Uzhydromet observation network. It was shown that the annual mean concentrations of the main pollutants in the atmospheric air of most cities of Uzbekistan were lower than quality standards, pollution exceeded the average daily maximum permissible concentrations (MPC) in the atmospheric air of some cities only. The air pollution index (API) in cities was within the range of 0.49-3.65.

**Keywords:** atmospheric air, pollution, dust, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, carbon monoxide, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, API, Uzbekistan.

**REFERENCES**

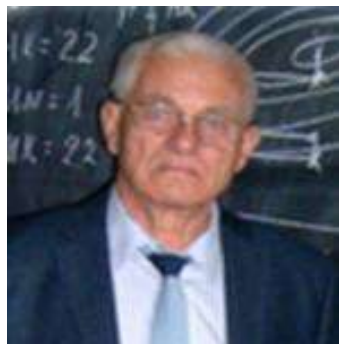
GOST 17.2.3.01-86. Pravila kontrolya kechestva vozduxa v naseleennykh punktax [Rules for air quality control in settlements]. (in Russian)

Obzor sostoyaniya atmosfernogo vozduxa v gorodax Respubliki Uzbekistan na territorii deyatelnosti Uzgidrometa za 2022 g. [Overview of the state of air pollution in the cities of the Republic of Uzbekistan in the territory of the Uzhydromet's activities for 2022]. – Tashkent, 2023. – 155 s. (in Russian)

SanPiN RUz №0293-11. Gigienicheskie normativi perechen predelno dopustimix konsentratsiy (PDK) zagryaznyayushix veshestv v atmosfernom vozduxe naseleennykh mest na territorii Respubliki Uzbekistan. [SanPiN RUz No. 0293-11. Hygienic standards list of maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas in the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent, 2011. (in Russian)

*Electronic resource:*

<https://monitoring.meteo.uz>

**ХОТИРА ВА ЮБИЛЕЙЛАР/ ХРОНИКА И ЮБИЛЕИ /  
CHRONICLE AND ANNIVERSARIES****СТАРОВАТОВУ АЛЕКУ АЛЕКСЕЕВИЧУ – 85 ЛЕТ!**

Алек Алексеевич Староватов родился 9 января 1938 года в городе Черногорск Хакасской автономной области Российской Федерации.

После окончания школы в 1955 году поступил на физический факультет Туркменского государственного университета, который успешно закончил в 1960 году.

Молодой физик начал и продолжил свою трудовой деятельность следующим образом: 1960-1962 гг. – инженер, старший инженер Туркменского филиала ВНИИ, 1962-1964 гг. – младший научный сотрудник Физико-технического института, 1964-1967 гг. – младший научный сотрудник Сектора ионосферы Академии Наук Казахской ССР, 1967-1971 гг. – аспирант сектора ионосферы Академии Наук Казахской ССР, 1971-1977 гг. – младший научный сотрудник, старший научный сотрудник Сектора ионосферы Академии Наук Казахской ССР.

В 1974 году защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.08.06 – Радиофизика, высокие слои атмосферы на тему «Ионозонд высокой мощности» и присвоена ему ученая степень кандидат физико-математических наук.

В 1977 году Алек Алексеевич пришел в НИГМИ (тогда – САРНИГМИ). Трудовая деятельность Алека Алексеевича – ученого в стенах НИГМИ: 1977-1986 гг. – заведующий Геофизической ионосферной лаборатории САРНИГМИ, 1986-1987 гг. – старший научный сотрудник САРНИГМИ им. В.А. Бугаева, 1987-1988 гг. – заведующий Группой обработки гелиогеофизической информации САРВЦ, 1988-1992 гг. – заведующий Лабораторией САРНИГМИ им. В.А. Бугаева, 1992-2004 гг. – ведущий научный сотрудник, заведующий Лабораторией по исследованию озоносферы и ионосферы САРНИГМИ им. В.А. Бугаева, 2004-2017 гг. – ведущий научный сотрудник Отдела математического моделирования гидрометеорологических процессов НИГМИ, с 2017 г. по настоящее время – заведующий Отделом прогноза погоды НИГМИ.

Алек Алексеевич высококвалифицированный специалист, прошедший путь в стенах Узгидромета до руководителя отделом, лабораторией, как ученый получил признание.

При его непосредственном участии была создана геофизическая служба Узгидромета, проведены эксперименты и обработка гелиогеофизической информации, разработаны прогнозы солнечной и геомагнитной активности, были решены многие практические задачи геофизики, в том числе условия прохождения радиоволн в атмосфере.

С 1977 года А.А.Староватовым была создана сеть постов в Центральной Азии по измерению общего содержания атмосферного озона. Более полусотни научных публикаций, в том числе и монография, убедительно показывают его разносторонние научные интересы.

Алек Алексеевич и физик, и изобретатель приборов, пчеловод и картограф, и эколог! Не чужды Староватову и проблемы гидрологических расчетов при прорывах озер.

В 2017 году награжден знаком «25-летие Конституции Республики Узбекистан».

От всей души поздравляем с такой славной датой и от имени всех сотрудников НИГМИ желаем Вам крепкого здоровья, долголетия, успехов во всех областях Вашей деятельности.

**ПАКУ АЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ – 70 ЛЕТ!**

Пак Александр Васильевич родился 10 февраля 1953 года в городе Ташкент.

В 1975 году окончил Ташкентский Политехнический институт им. Беруни по специальности инженер-математик.

В 1987 году защитил кандидатскую диссертацию в Институте геофизики АН Украины в г. Киеве на тему: «Разработка методики и программных средств интерактивной обработки гравиметрических данных на основе способа подбора» и получил ученую степень кандидата физико-

математических наук.

Работал в Институте кибернетики с ВЦ Академии Наук Узбекистана.

С 1987 года по настоящее время работает в системе Узгидромета. В настоящее время Заведующий лабораторией математического моделирования гидрологических процессов Научно-исследовательского гидрометеорологического института.

В течении последних десяти лет Александр Васильевич Пак являлся руководителем трех научных грантов, связанных с разработкой новых математических моделей формирования стока горных рек, оценкой водных ресурсов Узбекистана, возможности возникновения маловодья и засухи в настоящем и будущем.

Участвовал в работе международных проектов по базам данных в агрометеорологии в Региональном метеорологическом учебном центре ВМО (Бет-Даган, Израиль, 1999); Международном семинаре по ассимиляции данных с земных систем (Сапри, Италия, 2002); Международном тренинг-семинаре по оперативным гидрологическим прогнозам в США (Вашингтон, Боулдер, Портленд, Сиэтл, США, 2003).

Александром Васильевичем разработаны и внедрены в оперативную работу Узгидромета программные комплексы, отвечающие современным требованиям к информационным технологиям, позволяющие автоматизировать прием и обработку гидрологической и спутниковой информации.

За весь период работы в НИГМИ Пак А.В. проявил себя добросовестным и ответственным сотрудником.

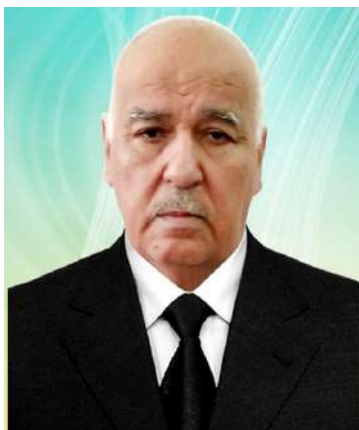
Александр Васильевич является членом Научного Семинара при Научном Совете по присуждению ученых степеней при НИГМИ; членом экзаменационной комиссии квалификационного экзамена по специальности 11.00.03 - Гидрология суши. Водные ресурсы. Гидрохимия; членом экзаменационной комиссии вступительных экзаменов в докторантуру НИГМИ по специальности 11.00.03 – Гидрология суши, Водные ресурсы, Гидрохимия.

Александр Васильевич являлся ответственным руководителем международного проекта совместно с Германским Центром исследований Земли (GFZ) и НИГМИ на тему «Совершенствование сезонного прогнозирования стока и раннего предупреждения засухи в Узбекистане» (2019-2020 гг.).

Опубликовано более 40 научных работ по тематике применения методов математического моделирования и информационных технологий при гидрологических прогнозах в зарубежных и национальных научных журналах.

Опубликовал монографию «Автоматизированные методы прогнозов стока горных рек Средней Азии».

Коллектив Научно-исследовательского гидрометеорологического института поздравляет Александра Васильевича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших успехов в научной деятельности.



## ҲАСАН ИМАМДЖАНОВ – 75 ЁШДА!

Имамджанов Хасан Ахмеджанович 1948 йил 25 мартда Тошкент шаҳрида ишчи оиласида таваллуд топди. 1965 йилда ўрта мактабни тамомлаб, Тошкент Давлат Университети (ҳозирги Ўзбекистон Миллий университети)нинг физика факультетига ўқишга қабул қилинди.

Нуфузли университетнинг дунёга таниқли олимлари қўлида таълим олиши Х.А.Имамджановга синоптик, динамик ва авиация метеорологияси, шунингдек, ўзининг бутун меҳнат фаолиятини бағишлаган атмосфера физикаси соҳасида чуқур билим олиш имконини берди.

1970 йилда университетни муваффақиятли тамомлагандан сўнг, Хасан Ахмеджанович Ўрта Осиё илмий-тадқиқот гидрометеорология институти – ЎОИТГМИ (ҳозирда ГМИТИ)га Дўлга қарши экспедиция муҳандиси лавозимига йўлланди. Шу йили танлов бўйича Атмосфера жараёнларига фаол таъсир этиш бўлими кичик илмий ходими лавозимига ўтди. О.Ж.Жўраев раҳбарлигида булутлар физикаси ва гидрометеорологик жараёнларга фаол таъсир этиш муаммолари билан шуғуллана бошлади.

1973 йил Россия Федерацияси Юкоритоғ география институтининг сиртки аспирантурасига қабул қилинди. Аспирантурада физика-математика фанлари доктори, профессор М.Т.Абшаев раҳбарлигида «Фарғона водийсида момақалдиروق-дўл жараёнларининг структураси ва ривожланиш динамикаси» мавзусида диссертация ишини муваффақиятли ҳимоя қилиб, география фанлари бўйича фан номзоди илмий даражасини олди.

Устоз олимнинг бевосита иштирокида қатламли-ёмғирли ва конвектив булутларни тадқиқ этиш бўйича кўп сонли экспедициялар ўтказилган бўлиб, у булутларнинг геометрик, аэросиноптик ва термодинамик параметрлари, таснифи ва динамикасининг радиолокацион тадқиқотларини олиб борган ҳамда булутларни тадқиқ этиш, уларга фаол таъсир этиш услубларини ишлаб чиққан.

Х.А. Имамджанов 1988 йилда фаол таъсир этиш бўлимида хўжалик шартномаси асосида лаборатория ташкил этди. Ушбу лаборатория атмосферанинг иқлимий таснифларини, Майданак тоғининг ҳарорат-шамол режимини ўрганган, булутларни тарқатиш бўйича тажрибалар ўтказган ҳамда булутларга ер усти ва авиация воситалари ёрдамида фаол таъсир этиш услубларини ишлаб чиққан. Бу каби изланишлар натижалари «Наврўз» ва «Мустақиллик» байрами тадбирларини ўтказишда булутларни тарқатиш жараёнида амалиётга жорий этилган.

1991 йилда Х.А.Имамджанов ЎОИТГМИ директори ўринбосари вазифасини бажарувчи, 1992 йилдан ЎОИТГМИ директорининг умумий масалалар бўйича ўринбосари, 1997 йилдан техника ва молиявий масалалар бўйича директор ўринбосари лавозимида фаолият кўрсатди. 1998 йил июл ойидан у Гидрометеорологик жараёнларга таъсир этиш бўйича ҳарбийлашган бошқарма бошлиғи, 2000 йил апрелидан Бошгидромет бошлиғи ўринбосари ва Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорологик жараёнларга таъсир этиш бўйича ҳарбийлашган бошқарма бошлиғи бўлиб ишлади.

2004-2008 йилларда Хасан Ахмеджанович Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Гидрометеорология хизмати маркази (Ўзгидромет) Бош директорининг ўринбосари лавозимида фаолият кўрсатди. 2008 йилдан 2011 йилгача устоз олим ГМИТИда илмий ишлар бўйича директор ўринбосари сифатида иш фаолиятини давом эттирди. Нафақага чиққан жонкуяр олим эндиликда жамоатчилик ишларида фаол иштирок этган ҳолда, 2011-2018 йиллар мобайнида туғилиб ўсган маҳалласида оқсоқол-маҳалла фуқаролар йиғини раиси бўлиб ишлади.

Сўнги йилларда эътиборсиз қолган атмосфера жараёнларига фаол таъсир этиш борасидаги тадқиқотларни давом эттириш мақсадида 2019 йилда Хасан Ахмеджанович институт раҳбарияти таклифига биноан жамоага қайтди ва ҳозирги вақтда ГМИТИда Амалий метеорология бўлими бошлиғи лавозимида ишлаб, ёш кадрларга бу соҳада устозлик қилиб келмоқда.

Юбилярнинг 150 дан ортиқ илмий ишлари чоп этилган бўлиб, улардан аксарияти халқаро конференция ва симпозиумлар материаллари кўринишида нашрдан чиққан.

Олимнинг «Ўзбекистонда об-ҳавога таъсир этиш» номли монографияси гидрометеорологик жараёнларга фаол таъсир бўйича мутахассисларнинг асосий китоби бўлиб, олий таълим муассасалари талабалари учун қимматли ўқув-услубий қўлланма ҳисобланади.

Ибратли ҳаёт йўлларида устоз олим ўзининг илмий-педагогик фаолиятини ҳам муваффақиятли олиб борган. Хусусан, у Ўзбекистон Миллий университети физика ва география факультетининг бакалавр ва магистрант талабаларига булутлар физикаси ва фаол таъсир этиш бўйича махсус курсдан маърузалар ўқиб, ТГМПК талабалари билан машғулотлар ўтказиб, уларнинг диссертация ишларига раҳбарлик қилган.

Кўп йиллик самарали меҳнатлари учун Х.А.Имамджанов бир неча бор Ўзгидромет «Фахрий китоби»га киритилган, «Ўзбекистон гидрометхизмат аълочиси» унвонига сазовор бўлган ва фахрий ёрлиқлар билан тақдирланган. 2006 йилда «Мустақиллик-2006» белгиси билан тақдирланган, гидрометеорология бўйича МДХ фахрий ёрлиғи билан мукофотланган. 2002 йилдан Санкт-Петербургдаги Петровский Фан ва Санъат академиясининг академиги ҳисобланади.

Серкирра раҳбар, сермаҳсул ижодкор устоз олим Хасан Ахмеджанович Имамджанов жорий йилда қутлуғ 75 ёшни қаршиламоқда. Меҳрибон, камтарин инсон, мустаҳкам ирода соҳиби бўлмиш юбиляримизга узоқ умр, сиҳат-саломатлик тилаймиз.



## ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ПАВЛОВИЧА КУРБАТКИНА (к 85-летию со дня рождения)

5 марта 2023 г. Владимиру Павловичу Курбаткину, известному геофизику – специалисту в области физики облаков и активных воздействий на атмосферные процессы, прикладной и экспериментальной метеорологии, исполнилось бы 85 лет со дня рождения. Владимир Павлович окончил в 1961 г. Кафедру геофизики Физического факультета Ташкентского Государственного Университета (ныне Национальный Университет Узбекистана), получив диплом со специализацией геофизика.

В Отделе метеорологии и климата САНИГМИ, куда он был направлен после окончания учебы, В.П.Курбаткин, под руководством проф. Б.А.Айзенштата, занимался экспериментальными метеорологическими исследованиями горных ландшафтов Средней Азии.

Пройдя годичную стажировку в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова (ГГО), Владимир Павлович перешел к изучению и решению научных и практических задач в области активных воздействий на облака, то есть, по сути дела, к вопросам модификации погоды. Отдел, в котором он работал, был преобразован в Отдел физики атмосферы и климатологии.

С 1971 года Владимир Павлович возглавил созданный в САНИГМИ Отдел активных воздействий на гидрометеорологические процессы, которым руководил до конца своей жизни. В состав отдела входили 4 лаборатории: физика облаков, прикладной метеорологии, средств и методов радиолокационных наблюдений, экспериментальной метеорологии, группа поисковых исследований в метеорологии, два уникальных объекта (в Кашкадарьинской области и на горе Кумбель в Западном Тянь-Шане на высоте 2000 м), группа наблюдений в приземном слое атмосферы.

В.П.Курбаткином внесен большой личный вклад в разработку научно-методических основ управления погодой с целью рассеивания облаков, вызывания и интенсификация осадков в интересах хозяйственной деятельности республики. Он содействовал развитию противорадовых работ как в Средней Азии, так и в республике Узбекистан, а также и рассеиванию туманов. При участии и под руководством В.П.Курбаткина разработана целая серия проектов по увеличению осадков в Средней Азии, часть из которых была реализована.

В последние годы В.П.Курбаткин занимался фундаментальными проблемами метеорологии. Им показано, что в системе формирования климата Средней Азии фундаментальную роль играет взаимодействие равнин и гор, особенно при формировании (усилении, ослаблении) осадков региона в разные сезоны года.

90-е годы прошлого века направленность исследований В.П.Курбаткина сместилась в сторону теоретических работ. Создана модель слоисто-дождевого облака, на основе которой разработаны положения о воздействии на облака самолетным методом, а также с помощью наземных генераторов и ракет, созданы основы рассеивания туманов в горах с целью обеспечения надежного функционирования автотрасс, в том числе и автотрассы в районе перевала Камчик.

В период перехода на грантовую систему В.П.Курбаткин руководил в основном грантами по фундаментальным исследованиям. Одно из таких исследований было посвящено разработке физических основ теории колебания выпадения атмосферных осадков разной интенсивности в холодный период года в Туране по гигрометрическим параметрам воздушных масс, характерных для этого периода в субтропиках региона.

Он был руководителем рабочей группы по активным воздействиям в МСГ СНГ.

Владимир Павлович имел широкие взгляды на научный прогресс. В последние годы его заинтересовал вопрос, как влияет избыток или нехватка  $\text{CO}_2$  на развитие растений. Одна из его последних научных работ «Оценить необходимое количество  $\text{CO}_2$  в формировании биомассы с максимально возможным использованием солнечной радиации в этом процессе. Предложить возможные способы обеспечения растения  $\text{CO}_2$  в таком количестве». К сожалению, смерть не позволила Владимиру Павловичу завершить эту работу.

В.П.Курбаткиным опубликовано более 200 научных работ, в том числе 8 монографий и брошюр, включая: Активные воздействия на гидрометеорологические процессы в Средней Азии (2003), Основы управления процессами в облаках при воздействии с самолета (2005), Роль географической среды в Средней Азии в осадкообразующих процессах (2009), Атмосферные осадки – источник водных ресурсов в Средней Азии (2012).

Владимир Павлович был широкоэрудированный, трудолюбивый, исключительно доброжелательный, жизнерадостный, с большим чувством юмора человек.

Он никогда не жалел своего времени для воспитания молодых сотрудников отдела: всегда подскажет, поделится своими идеями, которых у него было на несколько научных жизней. Когда его молодые коллеги сами высказывали что-то новое, он всегда сразу это подмечал и бурно поддерживал, вдохновляя их на новые свершения.

Хорошей памятью о В.П.Курбаткине является использование его идей и разработок в качестве научного фундамента для продолжения исследований на гидрометеорологические процессы. Пользуясь работами В.П.Курбаткина как научным фундаментом, в НИГМИ Узгидромета продолжают исследования, направленные на исследования физики облаков, воздействия на облака с целью получения дополнительных осадков.



Отпечатано в полиграфии «Red Grey»  
Республика Узбекистан,  
г. Ташкент, ул. Ойбек, 42

Подписано в печать 29.03.2023  
Формат А4. Печать цифровая  
103 страниц. Тираж 30 экземпляров

