

Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази  
(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**

**№ 2**

**2021**

Тошкент

## ТАҲРИР КЕНГАШИ

### Таҳрир кенгаши раиси:

Ҳабибуллаев Шерзод  
Ҳабибуллаҳўжаевич

### Масъул котиб:

Рўзиева Малоҳат Бахтиёрвна

### Таҳрир кенгаши аъзолари:

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

## ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

### Бош муҳаррир:

Холматжанов Бахтияр Маҳаматжанович,  
г.ф.д.

### Бош муҳаррир ўринбосари:

Ҳикматов Фазлиддин,  
г.ф.д., проф.

### Таҳрир ҳайъати аъзолари:

Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Азизов Азамат Атакузиевич, 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); Грингоф Иосиф Генрихович, б.ф.д., проф. (Россия); 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 Гавхар Аҳматхоновна, а.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Маҳмудов Илҳом Эрназарович, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Мурадов Шухрат Одилевич, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Мягков Сергей Владимирович, тех.ф.д., к.и.х. (Ўзбекистон); Ни Анатолий Александрович, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Петров Юрий Васильевич, ф.-м.ф.н., проф. (Ўзбекистон); Рафиков Ваҳоб Асомович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Сафаров Эшқабул Юлдашевич, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Тлеумуратова Бибигуль Сарибаетовна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Тургунов Данияр Маннапжанович, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Умирзаков Гулям Унгарбаевич, қ.х.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Фазылов Али Раҳматджанович, тех.ф.д., доц. (Тожикистон); Фролова Наталья Леонидовна, г.ф.д., проф. (Россия); Царёв Борис Константинович, тех.ф.д., к.и.х. (Ўзбекистон); Цинцадзе Тенгиз Нодарович, тех.ф.д., проф. (Грузия); Цквитинидзе Зураб Иродионович, г.ф.д., проф. (Грузия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, г.ф.д., проф. (Қозғоғистон); Чуб Виктор Евгеньевич, г.ф.д. (Ўзбекистон); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Юнусов Голиб Ходжаевич, г.ф.н., доц. (Ўзбекистон); Якубов Мурод Адилевич, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон).

Журналда чоп этилган материаллардан фойдаланилганда “Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги” илмий журналидан 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 маркази

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

ISSN 2181-1261

© Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази, 2021

## 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.

### Заместитель главного редактора:

Хикматов Фазлиддин,  
д.г.н., проф.

### Члены редакционной коллегии:

Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, д.г.н, доц. (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); Грингоф Иосиф Генрихович, д.б.н., проф. (Россия); 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.а.н. (Узбекистан); Махмудов Илхом Эрназарович, д.т.н., проф. (Узбекистан); Мурадов Шухрат Одилович, д.т.н., проф. (Узбекистан); Мягков Сергей Владимирович, д.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Ни Анатолий Александрович, г.ф.н., к.и.х. (Узбекистан); Петров Юрий Васильевич, к.ф.-м.н., проф. (Узбекистан); Рафиков Вахоб Асомович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Сафаров Эшкабул Юлдашевич, д.т.н., проф. (Узбекистан); Тлеумуратова Бибигуль Саробаевна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Тургунов Данияр Маннапжанович, д.ф.г.н. (Узбекистан); Умирзаков Гулям Унгарбаевич, д.ф.с.-х.н. (Узбекистан); Фазылов Али Рахматджанович, д.т.н., доц. (Таджикистан); Фролова Наталья Леонидовна, д.г.н., проф. (Россия); Царёв Борис Константинович, д.т.н., к.и.х. (Узбекистан); Цинцадзе Тенгиз Нодарович, д.т.н., проф. (Грузия); Цквитинидзе Зураб Иродионович, д.г.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., доц. (Узбекистан); Юнусов Голиб Ходжаевич, к.г.н., доц. (Узбекистан); Якубов Мурод Адилевич, д.т.н., проф. (Узбекистан).

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

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

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

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

**Учредитель:** Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан.

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

## 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 Makhamatjanovich Kholmatjanov,  
*D.Sc. in Geog.*

### Deputy Editor-in-Chief:

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

### Members of the Editorial Board:

**Bakhtiyor Embergenovich Adenbaev**, *D.Sc. in Geog. (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)*; **Iosiph Genrikhovich Gringof**, *D.Sc. in Biol. (Russia)*; **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 Akhmatkhonovna Mamadjanova**, *Ph.D. in Atm. Sci. (Uzbekistan)*; **Ilkhom Ernazarovich Makhmudov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Shukhrat Odilovich Muradov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Sergey Vladimirovich Myagkov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Anatoly Alexandrovich Ni**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Yuriy Vasilyevich Petrov**, *Ph.D. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Vakhob Asomovich Rafikov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Eshkabil Yuldashevich Safarov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Bibigul Saribaevna Tleumuratova**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Daniyar Mannapjanovich Turgunov**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Gulyam Ungarbaevich Umirzakov**, *Ph.D. in Agri. Sci. (Uzbekistan)*; **Ali Rakhmatjanovich Fazylov**, *D.Sc. in Tech. (Tajikistan)*; **Natalya Leonidovna Frolova**, *D.Sc. in Geog. (Russia)*; **Boris Konstantinovich Tsarev**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Tengiz Nodarovich Tsintsadze**, *D.Sc. in Tech. (Georgia)*; **Zurab Irodionovich Tskvitinidze**, *D.Sc. in Geog. (Georgia)*; **Elmir Ismailovich Chembarisov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Alexander 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**, *Ph.D. in Geog. Sci. (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 do 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 published and protected by 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:** Centre of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan.

**Editorial office address:** 72, 1<sup>st</sup> Bodomzor yuli str., Yunusabad district, Tashkent, 100052, Uzbekistan. Tel: +998 71 2358759; e-mail: is@meteo.uz

# МУНДАРИЖА

## МЕТЕОРОЛОГИЯ

**О.Л. Бабушкин**

Баҳор даври синоптик жараёнлари ва уларнинг Ўзбекистон қорақўлчилигида асосий тадбирлар ўтказиладиган зоометеорологик шароитларга таъсири ..... 8

**Б.М. Холматжанов, Ю.В. Петров, Ф.И. Абдикулов**

Имом ал-Бухорий мажмуаси худудининг биоиклимий шароитлари ..... 19

**Ф.А. Арипджанова, Ю.А. Тиллаев, Ю.В. Петров, Х.Т. Эгамбердиев**

Майданак баланд тоғ обсерваториясида танланган метеорологик катталикларнинг ўзгариши ..... 32

## ГИДРОЛОГИЯ

**Б.К. Царёв, Д.К. Эшмуратов, К.В. Дергачёв, И.В. Дергачёва, Г.Ш. Эшмуратова, Г.М. Хамдамова**

Ўзбекистон сув омборларининг таснифлари ҳақида ..... 42

**Ш.Р. Ғаниев**

Ўрта Зарафшон ҳавзаси кичик дарёлари оқимининг ўзгарувчанлигини статистик баҳолаш ..... 52

## АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

**Б.Э. Нишонов, М.Ш. Абдиева**

Зарафшон дарёси суви сифатининг антропоген таъсир натижасида ўзгаришлари ..... 59

**Ш.О. Мурадов, Д.А. Раджабова**

Сизот сувлари кимёвий таркибининг ўзгариши қонуниятлари асосида тупроқ деградациясини баҳолаш ..... 75

## ШАРҲЛАР

**Ю.Х. Эргашева, Ю.В. Петров**

Чучук сув олишнинг ноанъанавий усуллари ..... 84

**Д.М. Турғунов, Н.Ю. Страхова, Б.Э. Нишонов**

Амударё ва Сирдарё ҳавзалари дарёларининг 2021 йил вегетация даври (апрель-сентябрь) учун сувлигининг миқдорий баҳоси ва прогнози ... 91

# СОДЕРЖАНИЕ

## МЕТЕОРОЛОГИЯ

**О.Л. Бабушкин**

Синоптические процессы весеннего периода и их влияние на  
зоометеорологические условия проведения основных мероприятий в  
каракулеводстве Узбекистана ..... 8

**Б.М. Холматжанов, Ю.В. Петров, Ф.И. Абдикулов**

Биоклиматические условия территории комплекса  
Имам аль-Бухари ..... 19

**Ф.А. Арипджанова, Ю.А. Тиллаев, Ю.В. Петров, Х.Т. Эгамбердиев**

Изменения избранных метеорологических параметров на  
Майданакской высокогорной обсерватории ..... 32

## ГИДРОЛОГИЯ

**Б.К. Царёв, Д.К. Эшмуратов, К.В. Дергачёв, И.В. Дергачёва,**

**Г.Ш. Эшмуратова, Г.М. Хамдамова**

О классификации водохранилищ Узбекистана ..... 42

**Ш.Р. Ганиев**

Статистическая оценка изменчивости стока малых рек бассейна  
Среднего Зеравшана ..... 52

## МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Б.Э. Нишонов, М.Ш. Абдиева**

Изменения качества воды реки Зеравшан под антропогенным  
влиянием ..... 59

**Ш.О. Мурадов, Д.А. Раджабова**

Прогнозирование деградации почв на основе закономерностей  
изменения химического состава грунтовых вод ..... 75

## ОБЗОРЫ

**Ю.Х. Эргашева, Ю.В. Петров**

Нетрадиционные способы получения пресной воды ..... 84

**Д.М. Тургунов, Н.Ю. Страхова, Б.Э. Нишонов**

Количественная оценка и прогноз водности рек бассейнов Амударьи и  
Сырдарьи на вегетационный период (апрель-сентябрь) 2021 года ..... 91

## CONTENTS

## METEOROLOGY

**O.L. Babushkin**

Synoptic processes of the spring period and their influence on zoometeorological conditions of conducting the main activities in the karakul breeding of Uzbekistan ..... 8

**B.M. Kholmatjanov, Yu.V. Petrov, F.I. Abdikulov**

Bioclimatic conditions of the Imam Bukhari pilgrimage place ..... 19

**F.A. Aripdjanova, Yu.A. Tillaev, Yu.V. Petrov, Kh.T. Egamberdiev**

Changes in the selected meteorological parameters at the Maidanak high altitude observatory ..... 32

## HYDROLOGY

**B.K. Tsarev, D.K. Eshmuratov, K.V. Dergachev, I.V. Dergacheva,****G.Sh. Eshmuratova, G.M. Khamdamova**

The classification of reservoirs of Uzbekistan ..... 42

**Sh.R. Ganiev**

Statistical estimation of the flow variability of small rivers in the Middle Zarafshan basin ..... 52

## ENVIRONMENTAL MONITORING

**B.E. Nishonov, M.Sh. Abdiyeva**

Changes of the Zarafshan river water quality under anthropogenic influence ..... 59

**Sh.O. Muradov, D.A. Radzhabova**

Forecasting of soil degradation on the basis of regularities of changes of the groundwater chemical composition ..... 75

## REVIEWS

**Y.Kh. Ergasheva, Yu.V. Petrov**

Unconventional methods of obtaining fresh water ..... 84

**D.M. Turgunov, N.Yu. Strakhova, B.E. Nishonov**

Quantitative assessment and forecast of water availability of the rivers of the Amudarya and Syrdarya basins for the growing season (April-September) 2021 ..... 91

---

**МЕТЕОРОЛОГИЯ**  
**METEOROLOGY**

---

УДК 551.515: 636.38(58)

**СИНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВЕСЕННЕГО ПЕРИОДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА  
ЗООМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОСНОВНЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ В КАРАКУЛЕВОДСТВЕ УЗБЕКИСТАНА****О.Л. БАБУШКИН<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, boleg1944@mail.ru

**Аннотация.** В основу работы положены материалы оценки благоприятности погодных условий весеннего периода для ягнят и стриженных овец в каракулеводческой зоне Узбекистана, выполненной на основе критериев благоприятности метеорологических условий для выпаса и содержания каракульских овец. Установленные благоприятные и неблагоприятно холодные и неблагоприятно жаркие дни для рассматриваемых групп овец легли в основу выявления тех типов синоптических процессов над Средней Азией, которые способствуют проявлению неблагоприятных погодных условий. Работа предназначена для специалистов агрометеорологов и зооклиматологов, занимающихся вопросами оценки благоприятности погодных условий при проведении различных хозяйственных мероприятий в каракулеводстве Узбекистана.

**Ключевые слова:** каракулеводческие пастбища, весенний период, стриженные каракульские овцы, ягнята, неблагоприятно холодные дни, неблагоприятно жаркие дни, типы синоптических процессов.

**Введение.** Каракульские овцы, круглый год находясь на пастбище, подвергаются всему комплексу погодных условий. Многообразие этих условий делится на благоприятные и неблагоприятные. К благоприятным относятся условия, при которых организм расходует такое количество тепла, которое определяет нормальное его функционирование, а сопутствующие метеорологические явления не препятствуют проведению выпаса. Неблагоприятные тепловые условия среды приводят к нарушению теплообмена организма со средой, в результате чего организм включает механизмы терморегуляции для поддержания постоянной температуры тела. Значительные отклонения тепловых воздействий от нормальных могут привести к перегреванию или переохлаждению организма. Неблагоприятные метеорологические явления могут либо усугубить тепловое состояние животного, либо препятствовать их выпасу и передвижению в поисках корма. В результате нарушается функционирование организма, снижается упитанность, падают показатели продуктивности.

В Узбекистане наиболее ответственным периодом в каракулеводстве является весенний сезон, когда проходит окот и весенняя стрижка овец. Массовый окот обычно проводится с середины марта до середины апреля. Ягнята в первые дни и недели жизни весьма чувствительны к таким неблагоприятным условиям погоды, как низкие температуры, снег и дождь, сопровождаемые ветром, приводящие к простудным заболеваниям и гибели ягнят, а повышенная температура приводит к перегреванию организма. Кашкаров Д.Н. [Кашкаров, 1937] отмечал, что среди ягнят самого раннего (февральского) окота наблюдается наиболее частый отход из-за холодных ветров с дождем, а у поздних – от горячих ветров.

Рекомендуемыми сроками стрижки каракульских овец является период вторая половина апреля – первая половина мая. Для стриженных овец опасными являются

весенние похолодания, приводящие к переохлаждению организма в результате возросших теплопотерь с оголенной поверхности тела. Дождь при низкой температуре, сопровождаемый ветром, может привести к массовому падежу поголовья из-за переохлаждения [Алексеева, 1960]. Высокие температуры приводят к нарушению процессов терморегуляции и снижению продуктивности.

Критерии невыпасных и неблагоприятных погодных условий при проведении различных хозяйственных мероприятий в каракулеводстве Узбекистана представлены в работах [Бабушкин и др., 2007; Грингоф, Бабушкин, 2010]. На основе этих критериев оценивались метеорологические условия, рассчитывалось количество неблагоприятных для каракульских овец дней.

Выявление благоприятных и неблагоприятных дней для ягнят и стриженных овец в каракулеводстве, установление тех синоптических процессов, которые способствуют появлению неблагоприятных погодных условий, является актуальной задачей для агрометеорологического обеспечения каракулеводства.

**Цель данной работы** – определить количество дней, неблагоприятных для ягнят и стриженных каракульских овец, рассмотреть распределение их по территории пастбищ, выявить те типы синоптических процессов, которые способствуют созданию неблагоприятных погодных условий для указанных групп овец.

**Объектом исследования** являются ягнята и стриженные каракульские овцы, выпасающиеся на каракулеводческих пастбищах пустыни Кызылкум в весенний период, а **предметом исследования** – неблагоприятные для рассматриваемых групп каракульских овец погодные условия в их взаимосвязи с синоптическими процессами над Средней Азией.

**Исходные данные.** В основу работы положены материалы сети пустынных метеорологических станций каракулеводческой зоны Кызылкума за период с 1966 по 2014 гг., критерии невыпасных и неблагоприятных погодных условий при проведении различных хозяйственных мероприятий в каракулеводстве Узбекистана [Бабушкин и др., 2007; Грингоф, Бабушкин, 2010], материалы календарей синоптических процессов над Средней Азией за этот же период [Календарь, 1968-2013].

В работе использованы статистические **методы исследования.**

**Основные результаты и обсуждение.**

**Холодные условия.** В начале весеннего сезона холодные погодные условия отрицательно действуют на ягнят, которые весьма чувствительны к действию неблагоприятных факторов, к которым относятся определенные сочетания температуры воздуха и скорости ветра, начиная от 0°C при отсутствии ветра до 12°C при 9-10 м/с, так как ветер усугубляет отрицательное действие низкой температуры воздуха. При осадках 4-5 мм/сут и более температурные границы сдвигаются до 8°C в связи с возрастающей теплоотдачей с поверхности намочшего шерстного покрова ягнят. Эти же условия действуют и на тело стриженных овец, которые проходят стрижку уже во второй половине весны.

К неблагоприятно холодному для ягнят и стриженных овец относится день, в течение которого продолжительность воздействия неблагоприятных условий составляет не менее трех часов, то есть когда неблагоприятные холодные условия отмечаются в течение двух или более метеорологических сроков [Грингоф, Бабушкин, 2010].

Число неблагоприятных холодных дней (ЧНХД) неравномерно распределяется как во времени, так и в пространстве (табл. 1).

Таблица 1

Статистические характеристики неблагоприятно холодных дней по месяцам  
и в целом за весенний период

Table 1

Statistical characteristics of unfavorably cold days by month  
and in general for the spring period

Станция	$N_{cp}$	$\sigma$	$N_{max}$	$N_{cp}$	$\sigma$	$N_{max}$	$N_{cp}$	$\sigma$	$N_{max}$
	Март			Апрель			Весна		
Акбайтал	22,8	5,80	31	6,6	3,90	15	30,3	8,58	47
Бузаубай	19,5	5,88	29	4,5	3,22	14	23,9	7,45	38
Тамды	18,4	6,23	30	4,1	3,09	11	22,1	7,67	38
Машикудук	18,5	6,42	29	5,1	3,72	15	23,9	9,19	43
Сен. Нурата	14,7	5,17	25	3,4	2,53	10	18,3	6,36	31
Аякагитма	19,2	5,81	31	4,9	3,60	13	23,6	9,11	40

Примечание:  $N_{cp}$  и  $N_{max}$  – среднее и максимальное число неблагоприятно холодных дней;  
 $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

Распределение числа неблагоприятных холодных дней в весенний период по градациям представлено в таблице 2.

Таблица 2

Повторяемость (%) ЧНХД по градациям в отдельные месяцы

Table 2

Frequency (%) of NUCD by gradation in individual months

Станция	Градации, дни					
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
Март						
Акбайтал	0	2	9	19	34	36
Бузаубай	0	9	13	30	32	17
Тамды	2	11	11	35	30	11
Машикудук	2	11	15	32	27	13
Сен. Нурата	6	11	34	38	11	0
Аякагитма	2	7	16	27	42	7
Апрель						
Акбайтал	49	34	17	0	0	0
Бузаубай	70	24	6	0	0	0
Тамды	74	22	4	0	0	0
Машикудук	62	32	6	0	0	0
Сен. Нурата	81	19	0	0	0	0
Аякагитма	61	30	9	0	0	0

В марте почти по всей территории, за исключением района Нуратау, отмечаются годы с ЧНХД более 25 дней. Максимальная повторяемость неблагоприятных дней приходится на северную часть пастбищной территории (Акбайтал), где 36% холодных дней приходится на интервал 26-30 дней. В западной и южной частях (Бузаубай, Аякагитма) максимальная повторяемость 32% и 42%, соответственно, заключена в

интервале 21-25 дней, в центральной, западной частях и в районе Нуратау (32-38%) – между 16 и 20 днями.

В апреле ЧНХД не превосходит 15 дней, а максимальная повторяемость от 49 до 81% находится в интервале от 0 до 5 дней. В мае отмечаются только отдельные холодные дни менее чем в 50% лет.

Распределение ЧНХД по декадам представлено в таблице 3.

Таблица 3

## Среднее многолетнее ЧНХД по декадам

Table 3

## Average long-term NUCD by decade

Станция	Март			Апрель			Май		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Акбайтал	8,7	8,1	6,3	3,4	2,0	1,2	0,5	0,2	0,2
Бузаубай	7,8	7,1	4,6	2,6	1,2	0,7	0,3	0,1	0,0
Тамды	7,5	6,6	4,2	2,3	1,1	0,7	0,1	0,0	0,0
Машикудук	7,3	6,7	4,5	2,9	1,3	0,9	0,6	0,2	0,1
Сен. Нурата	6,6	4,9	3,3	1,8	1,0	0,6	0,2	0,0	0,0
Аякагитма	7,6	6,8	4,8	2,8	1,3	0,8	0,4	0,2	0,1

Наибольшее ЧНХД в весенние месяцы отмечается в первой декаде марта, когда их число возрастает от 6,6 дней в районе Нуратау до 8,7 дней на севере рассматриваемой территории.

В последующие декады с естественным повышением температуры воздуха и уменьшением количества неблагоприятных явлений среднее многолетнее значение ЧНХД снижается от 4,9-8,1 дней в середине марта до 0,6-1,2 дней в конце апреля.

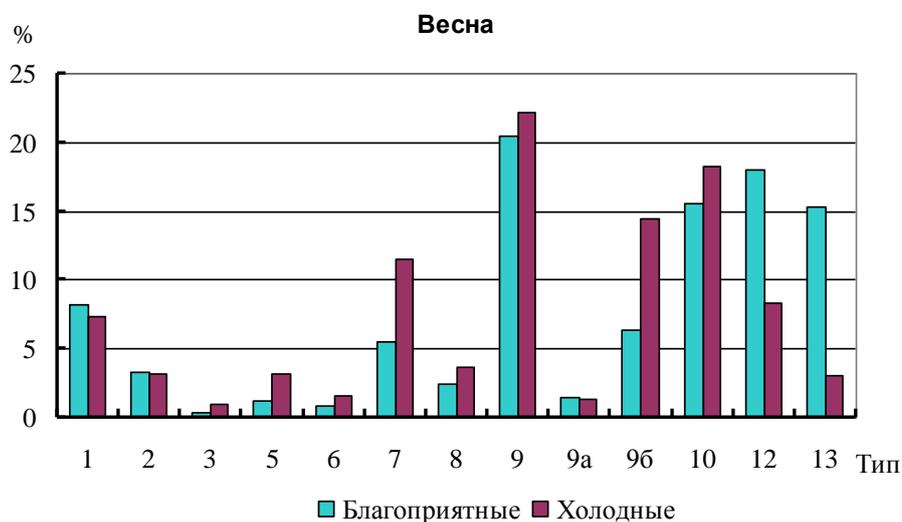
Несмотря на незначительное число неблагоприятных холодных дней в мае, в отдельные годы такие условия могут серьезно повлиять на здоровье ягнят и стриженных овец. Наглядным примером пагубного влияния холодных условий на стриженных овец могут служить аномальные условия мая 1991 года, когда при активизации циклонической деятельности произошло снижение температуры воздуха, сопровождаемое усилением ветра и осадками в виде дождя. В результате этого в отдельных районах Центрального Кызылкума в отарах, находящихся вдали от укрытий, отмечался падеж стриженных овец из-за переохлаждения. У оставшихся в живых животных отмечено снижение живой массы [Бабушкин и др., 1996].

Известно, что синоптические процессы, развивающиеся над равнинной частью Средней Азии, определяют условия погоды, в которых находится поголовье каракульских овец. Нами проведён анализ 20-летнего периода (с 1995 по 2014 гг.), позволивший выявить различные типы синоптических процессов, определяющих неблагоприятные холодные и благоприятные зооклиматические условия для новорожденных ягнят и остриженных овец, и рассчитать их повторяемость [Календарь, 1968- 2013 гг.].

Наибольшая повторяемость за весенний период и неблагоприятно холодных (22%), и благоприятных (20%) дней отмечалась при юго-западной периферии антициклона (тип 9). Но разница в их повторяемости незначительная, всего 2% (рис. 1).

При южной периферии антициклона (тип 9б) повторяемость ЧНХД составляет 14%, что на 8% больше, чем для благоприятных условий. На 6% повторяемость ЧНХД выше и при волновой деятельности на холодном фронте (тип 7), на 3% – при западном вторжении (тип 10), и на 2% – при северо-западном вторжении (тип 5).

Обратная картина наблюдается при малоградиентных полях повышенного (тип 12) и пониженного (тип 13) давления. При этих процессах повторяемость благоприятных дней на 10% и 12%, соответственно, выше, чем неблагоприятно холодных.



**Рис. 1. Повторяемость (%) числа благоприятных и неблагоприятно холодных дней при различных типах синоптических процессов**

**Fig. 1. Repeatability (%) of the number of favorable and unfavorably cold days for different types of synoptic processes**

При объединении отдельных типов синоптических процессов в группы в соответствии с исследованиями [Инагамова и др., 2002] получены следующие результаты (табл. 4).

**Таблица 4**

**Разность повторяемостей (%) благоприятных и неблагоприятных холодных дней за весенние месяцы при различных типах синоптических процессов**

**Table 4**

**The difference in the frequency (%) of favorable and unfavorable cold days in the spring months for different types of synoptic processes**

Условия	Тип процесса							
	1+2	3	5+10	6	7	8	9+9a+9б	12+13
Благоприятные	12,6	0,4	16,8	0,8	5,5	2,4	28,2	33,3
Холодные	11,3	1,0	21,3	1,6	11,4	3,8	38,2	11,4
Разность	1,3	-0,6	-4,5	-0,8	-6,0	-1,4	-9,9	21,9

При антициклонических ситуациях (9+9a+9б) повторяемость неблагоприятно холодных условий преобладает над благоприятными на 10%, при волновой деятельности на холодном фронте (тип 7) – на 6%, при северо-западном и западном вторжениях (типы 5+10) – на 5%.

Благоприятные условия преобладают (22%) в основном при группе малоградиентных полей (типы 12+13). При прорывах южных циклонов (типы 1+2) отмечено незначительное преобладание (1%) благоприятных дней.

**Жаркие условия.** Жаркие условия для стриженных овец и ягнят определяются на основе критериев оценки неблагоприятных погодных условий для каракульских овец [Бабушкин и др., 2007, Грингоф, Бабушкин, 2010]. Жарким принято считать день, в который погодные условия хотя бы одного из метеорологических сроков оказывается неблагоприятно жарким [Чекерес, 1973].

Наиболее неблагоприятные условия создаются, при продолжительном воздействии жарких условий в течение дня. Если они отмечаются на протяжении трех метеорологических сроков и более, то животные оказываются под действием высоких тепловых нагрузок в течение 6 часов и более, то есть большую долю светлой части суток. Проведен расчет числа неблагоприятных жарких дней с продолжительностью неблагоприятного воздействия на организм животных более 6 часов в сутки (ЧНЖД-6 ч). Распределение таких неблагоприятных жарких дней по территории пастбищ представлено в таблице 5.

*Таблица 5*

**Статистические характеристики неблагоприятных жарких дней (ЧНЖД-6 ч)  
по месяцам весеннего периода**

*Table 5*

**Statistical characteristics of unfavorable hot days (NUHD -6 h)  
for the months of the spring period**

Станция	$N_{cp}$	$\sigma$	$N_{max}$	$N_{cp}$	$\sigma$	$N_{max}$	$N_{cp}$	$\sigma$	$N_{max}$
	Апрель			Май			Весна		
Акбайтал	0,9	1,30	6	3,8	2,45	10	4,7	3,07	11
Бузаубай	1,7	2,32	9	6,2	3,83	14	7,9	5,12	21
Тамды	1,2	1,60	7	5,7	3,56	15	7,0	4,01	18
Машикудук	1,3	1,61	6	5,2	3,86	16	6,6	4,61	19
Сен. Нурата	1,6	1,90	8	8,5	3,74	17	10,2	4,46	20
Аякагитма	0,9	1,40	6	4,7	3,10	12	5,6	3,42	13

*Примечание:  $N_{cp}$  и  $N_{max}$  – среднее и максимальное число неблагоприятных жарких дней;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.*

В марте практически отсутствуют такие неблагоприятные дни за исключением отдельных случаев, которые мало влияют на состояние животных. В апреле среднее количество жарких дней повышается в районе Сентоб Нурата и Бузаубая до 1,6-1,7 дней. В мае число таких дней колеблется от 3,8 в Акбайтале до 8,5 дней в Сентоб Нурата. В целом за весенний период среднее ЧНЖД-6 ч. превышает 7 дней в Бузаубае и Тамды, достигая 10 дней в Сентоб Нурата. Максимальное их количество колеблется от 11 дней в Акбайтале до 21 дня в Бузаубае.

Распределение числа жарких дней по грациям показывает, что в апреле в более 40% лет отсутствуют продолжительные жаркие дни и в 30-36% их количество составляет 1-2 дня. Только в отдельные годы может отмечаться от 6 до 10 ЧНЖД-6 ч. Исключение составляет Бузаубай, где повторяемость таких дней достигает 8%.

В мае максимальная повторяемость ЧНЖД-6 ч. в интервале 3-5 дней достигает 36% в Машикудуке, 40% в Аякагитме и 53% в Акбайтале, а в Бузаубае, Тамды и Сентоб Нурата этот максимум (38-40%) отмечается в интервале 6-10 дней. На большей части территории, за исключением крайних северных районов, ЧНЖД-6 ч. может превышать 11 дней, а в целом за весенний период количество жарких дней на всей территории, исключая районы Акбайтала и Аякагитмы, может превышать 16 дней (табл. 6).

Таблица 6

Повторяемость (%) ЧНЖД-6 ч. за отдельные месяцы весеннего периода  
по градациям

Table 6

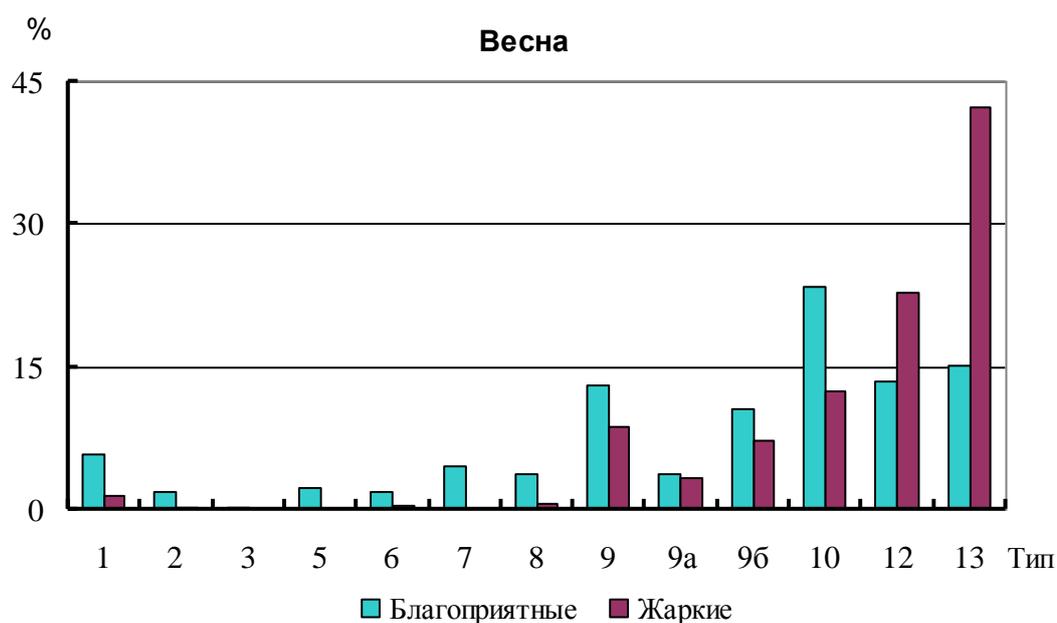
Repeatability ( %) of NUHD -6 hours for individual months of the spring period  
by gradation

Станция	Дни					
	0	1-2	3-5	6-10	11-15	16-20
	Апрель					
Акбайтал	57,5	31,9	8,5	2,1	0,0	0,0
Бузаубай	44,7	29,8	17,0	8,5	0,0	0,0
Тамды	48,9	34,0	15,0	2,1	0,0	0,0
Машикудук	46,9	31,9	19,1	2,1	0,0	0,0
Сентоб Нурата	40,4	36,2	21,3	2,1	0,0	0,0
Аякагитма	55,3	29,8	12,8	2,1	0,0	0,0
	Май					
Акбайтал	8,5	19,1	53,3	19,1	0,0	0,0
Бузаубай	8,5	10,6	23,4	40,5	17,0	0,0
Тамды	0,0	21,3	29,8	38,3	10,6	0,0
Машикудук	4,3	21,2	36,2	27,6	6,4	4,3
Сентоб Нурата	0,0	0,0	27,7	38,3	29,7	4,3
Аякагитма	10,6	14,9	40,4	27,7	6,4	0,0
	Весна					
Акбайтал	8,5	17,0	40,5	31,9	2,1	0,0
Бузаубай	4,3	12,8	17,0	40,4	17,0	8,5
Тамды	0,0	14,9	27,7	38,3	17,0	2,1
Машикудук	2,1	17,0	29,8	36,2	8,5	6,4
Сен. Нурата	0,0	0,0	17,0	31,9	36,2	14,9
Аякагитма	8,5	8,5	38,3	34,1	10,6	0,0

Как и в случае с неблагоприятно холодными днями, проведен расчет повторяемости типов синоптических процессов как при благоприятных, так и при неблагоприятно жарких условиях для выявления их влияние на тепловое состояние каракульских овец (рис. 2).

Повторяемость неблагоприятных жарких дней при малоградиентных полях пониженного давления (тип 13) в среднем за весенний период на 27% выше, чем для благоприятных, при малоградиентных полях повышенного давления (тип 12) – на 9% выше. Аналогичная картина отмечается и для апреля, и для мая. Например, для апреля разница повторяемостей для типа 13 составляет 32%, а для типа 12 – 15%.

При остальных типах процессов повторяемость жарких условий ниже, чем для благоприятных условий. При этом при западном вторжении (тип 10) повторяемость жарких условий почти в два раза ниже, чем для благоприятных (в мае 27% благоприятных и 14% жарких дней). Однако повторяемость жарких условий при этом типе достаточно высока и составляет 12-14%. Эта высокая повторяемость связана с тем, что при западном вторжении отмечается интенсивное предфронтальное повышение температуры воздуха, особенно в теплый период года [Инагамова и др., 2002].



**Рис. 2. Повторяемость (%) числа благоприятных и неблагоприятно жарких дней при различных типах синоптических процессов**

**Fig. 2. Repeatability ( %) of the number of favorable and unfavorably hot days for various types of synoptic processes**

Отсюда следует, что именно при малоградиентных полях пониженного (тип 13) и повышенного (тип 12) давления создаются наиболее часто неблагоприятные для стриженных овец жаркие условия, в 2-3 раза превышающие повторяемость благоприятных условий при тех же типах синоптических процессов. Это связано с тем, что малоградиентные поля повышенного (тип 12) и пониженного (тип 13) давления характеризуются ясной в основном безоблачной погодой без осадков со слабыми ветрами [Инагамова и др., 2002], что способствует сильному прогреванию территории и установлению высоких значений температуры воздуха и почвы.

При объединении отдельных типов синоптических процессов в группы в соответствии с [Инагамова и др., 2002] получены следующие результаты (табл. 7).

**Таблица 7**

**Разность повторяемостей (%) благоприятных и неблагоприятных жарких дней за весенние месяцы при различных типах синоптических процессов**

**Table 7**

**The difference in the frequency (%) of favorable and unfavorable hot days in the spring months for different types of synoptic processes**

Условия	Тип синпроцесса							
	1+2	3	5+10	6	7	8	9+9a+9б	12+13
Благоприятные	8,0	0,3	25,6	1,9	4,5	3,8	27,4	28,5
Жаркие	1,8	0,1	12,4	0,4	0	0,7	19,3	65,2
Разность	6,2	0,2	13,2	1,5	4,5	3,1	8,1	-36,8

При малоградиентных полях пониженного и повышенного давления (типы 12+13) повторяемость неблагоприятных жарких дней составляет в среднем за весенние месяцы до

65%, а повторяемость благоприятных для стриженных овец дней более чем в два раза меньше. При остальных типах синоптических процессов преобладают благоприятные для выпаса условия.

Повторяемость благоприятных для стриженных овец и ягнят условий при северо-западных и западных вторжениях (26%) почти в два раза выше повторяемости жарких условий (12%). Основную роль для возникновения жарких дней в этом случае играют только западные вторжения (тип 10). Преобладают благоприятные условия над неблагоприятно жаркими при антициклонических процессах (типы 9+9а+9б). Наибольший вклад в эту группу вносят юго-западная и южная периферии антициклона (типы 9 и 9б). Повторяемость неблагоприятных жарких условий достаточно высока (19%), но она на 8% ниже повторяемости благоприятных условий.

Повторяемость неблагоприятных жарких условий при других синоптических ситуациях незначительна и не превышает 2%.

Особое внимание следует уделять дням, когда неблагоприятные жаркие условия могут продолжаться в течение 9 часов и более. Продолжительные жаркие условия регистрируются в том случае, когда они отмечаются в течение не менее 4 метеорологических сроков. В эти дни организм овец подвергается наиболее продолжительным тепловым нагрузкам (табл. 8).

Таблица 8

**Статистические характеристики неблагоприятных жарких дней (ЧНЖД-9 ч) в мае**

Table 8

**Statistical characteristics of unfavorable hot days (NUHD-9 h) for May**

Станция	$N_{\text{ср}}$	$\sigma$	$N_{\text{max}}$	Станция	$N_{\text{ср}}$	$\sigma$	$N_{\text{max}}$
Акбайтал	0,7	1,18	5	Машикудук	1,9	2,31	11
Бузаубай	1,7	2,11	9	Сен. Нурата	3,1	2,66	11
Тамды	1,6	1,78	6	Аякагитма	1,3	1,78	9

Примечание:  $N_{\text{ср}}$  и  $N_{\text{max}}$  – среднее и максимальное число неблагоприятных жарких дней;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

Подобные дни отмечаются редко, в основном в мае, в редких случаях – в апреле. В среднем многолетнем их число изменяется от 1 до 3 дней, однако в отдельные годы их значительно больше. Так, в 2001 году в Тамды отмечено 6 таких дней, в Машикудуке – 11, в 1994 году в Сентоб Нурата отмечено 11, в Аякагитме – 9, в Акбайтале в 2008 году – 5 неблагоприятных жарких дней с продолжительностью жарких условий более 9 часов в сутки.

Анализ повторяемости типов синоптических процессов, вызывающих неблагоприятно жаркие условия продолжительностью 9 ч и более, показал, что продолжительные жаркие дни в 50% случаев связаны с малоградиентным полем пониженного (тип 13), в 19% – с малоградиентным полем повышенного (тип 12) давления. То есть почти в 70% случаев они определяются группой мало градиентных полей давления. Значительно меньше повторяемость, связанная с антициклоническими процессами (типы 9, 9а и 9б) и западным вторжением (тип 10), при которых пастбищная территория оказывается в зоне теплого выноса (14% и 13%, соответственно).

**Выводы.** Из представленных материалов видно, что синоптические процессы над Средней Азией оказывают заметное влияние на степень благоприятности метеорологических условий весеннего периода, воздействующих на организм ягнят и стриженных овец.

Наибольшая повторяемость неблагоприятных холодных дней для рассматриваемых групп овец отмечается при юго-западной и южной периферии антициклона (22% и 14%, соответственно), при западном вторжении (18%) и волновой деятельности на холодном фронте (12%). При других синоптических ситуациях повторяемость холодных условий не превышает 10%.

Велика повторяемость неблагоприятных жарких дней продолжительностью 6 и более часов, отмечающихся при малоградиентных полях повышенного и пониженного давления (65%), которые характеризуются ясной в основном безоблачной погодой без осадков со слабыми ветрами, что способствует сильному прогреванию территории и установлению высоких значений температуры воздуха. При западном вторжении повторяемость жарких условий составляет 12%, что связывается с интенсивным предфронтальным повышением температуры воздуха. При антициклонической погоде в теплый период года устанавливается ясная жаркая погода, при которой повторяемость неблагоприятной жаркой погоды составляет 19%.

Таким образом, специалисты-агрометеорологи и зооклиматологи, занимающиеся вопросами оценки благоприятности погодных условий при проведении различных хозяйственных мероприятий в каракулеводстве Узбекистана, в том числе и в период окота и стрижки каракульских овец, должны принимать во внимание оценку синоптических процессов, помогающих представить последующую динамику развития зоометеорологических условий.

## ЛИТЕРАТУРА

*Алексеева Г.И.* Эколого-физиологические исследования каракульской овцы и их роль в развитии биологических основ повышения продуктивности // Вопросы биологии каракульской овцы. – Ташкент: АН УзССР. 1960. – С. 6-62.

*Бабушкин О.Л., Мухтаров Т.М.* Влияние метеорологических условий весеннего периода на проведение выпаса каракульских овец на пустынных пастбищах Узбекистана. // Тр. САНИГМИ. – 1996. – Вып.152(233). – С. 146-154.

*Бабушкин О.Л., Сумочкина Т.Е., Ситникова М.В.* Климатическая оценка каракулеводческих пастбищ Узбекистана. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – 253 с.

*Грингоф И.Г., Бабушкин О.Л.* Климат, погода и пастбищное животноводство. – Обнинск: Росгидромет, 2010. – 352 с.

*Инагамова С.И., Мухтаров Т.М., Мухтаров Ш.Т.* Особенности синоптических процессов Средней Азии. – Ташкент: САНИГМИ, 2002. – 485 с.

*Календарь* типов синоптических процессов над Средней Азией:

Вып. 1 (1935-1967 гг.) / Аксарина Е.А., Бугаев В.А., Буркова М.В., Войнова Т.А. и др. / Под редакцией Э.С. Ильиновой. – Ташкент: САНИГМИ, 1968. – 138 с.

Вып. 2 (1968-1978 гг.) / Под редакцией Т.А. Войновой, С.И. Инагамовой. – Ташкент: САНИГМИ, 1980. – 49 с.

Вып. 3 (1979-1991 гг.) / Под редакцией С.И. Инагамовой. – Ташкент, САНИГМИ, 1993. – 56 с.

Вып. 4 (1992-2012 гг.) / Под редакцией С.И. Инагамовой. – Ташкент: НИГМИ, 2013. – 90 с.

*Кашкаров Д.Н.* Экология домашних животных на примере каракульской овцы // Природа, – 1937. - №9. – С. 47-67.

*Чекерес А.И.* Погода, климат и отгонно-пастбищное животноводство. – Л. Гидрометеоздат, 1973. – 175 с.

**БАҲОР ДАВРИ СИНОПТИК ЖАРАЁНЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ЎЗБЕКИСТОН ҚОРАКЎЛЧИЛИГИДА АСОСИЙ ТАДБИРЛАР ЎТКАЗИЛАДИГАН ЗООМЕТЕОРОЛОГИК ШАРОИТЛАРГА ТАЪСИРИ****О.Л. БАБУШКИН<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, boleg1944@mail.ru

**Аннотация.** Қоракўл қўйларини боқилиш учун метеорологик шароитларнинг қулайлиги мезонлари асосида Ўзбекистоннинг қоракўлчилик ҳудудларида юнги қирқилган қоракўл қўйлари ва қўзилари учун баҳор мавсумидаги қулай об-ҳаво шароитларини баҳолаш натижалари мазкур тадқиқотга асос бўлди. Қоракўл қўйларининг ўрганилаётган гуруҳлари учун аниқланган қулай, ноқулай совуқ ва ноқулай иссиқ кунлар Ўрта Осиё синоптик жараёнларининг ноқулай об-ҳаво шароитларини юзага келтирувчи турларини аниқлашга имкон берди. Тадқиқот натижалари Ўзбекистон қоракўлчилигида хўжалик фаолиятини юритишда об-ҳаво шароитларининг таъсирини баҳолаш билан шугулланувчи агрометеоролог ва зоометеоролог мутахассисларга мўлжалланган.

**Калит сўзлар:** қоракўл яйловлари, баҳор фасли, юнги олинган қоракўл қўйлари, қўзилар, ноқулай совуқ кунлар, ноқулай иссиқ кунлар, синоптик жараёнларнинг турлари.

**SYNOPTIC PROCESSES OF THE SPRING PERIOD AND THEIR INFLUENCE ON ZOOMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF CONDUCTING THE MAIN ACTIVITIES IN THE KARAKUL BREEDING OF UZBEKISTAN****O.L. BABUSHKIN<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, boleg1944@mail.ru

**Abstract.** The work is based on the materials for assessing the favorable weather conditions of the spring period for lambs and sheared sheep in the karakul breeding zone of Uzbekistan, carried out on the basis of criteria for the favorable meteorological conditions for grazing and keeping of the Karakul sheep. The revealed favorable and unfavorably cold and unfavorably hot days for the considered groups of sheep formed the basis for identifying those types of synoptic processes over Central Asia that contribute to the manifestation of unfavorable weather conditions. The work is intended for specialists in agrometeorology and zoometeorology dealing with the assessment of the favorable weather conditions during various economic activities in the karakul breeding of Uzbekistan.

**Keywords:** karakul pastures, spring, sheared karakul sheep, lambs, unfavorably cold days, unfavorably hot days, types of synoptic processes.

**REFERENCES**

Alekseeva G.I. Ekologo-fiziologicheskoye issledovaniya karakul'skoy ovtsy i ikh rol' v razvitiy biologicheskikh osnov povysheniya produktivnosti [Ecological and physiological studies of the karakul sheep and their role in the development of the biological foundations of increasing productivity] // Voprosy biologii karakul'skoy ovtsy. – Tashkent: AN UzSSR. 1960. – S. 6-62. (in Russian)

Babushkin O.L., Mukhtarov T.M. Vliyaniye meteorologicheskikh usloviy vesennego perioda na provedeniye vypasa karakul'skikh ovets na pustynnykh pastbishchakh Uzbekistana [Influence of meteorological conditions of the spring period on the grazing of Karakul sheep on the desert pastures of Uzbekistan] // Tr. SANIGMI. – 1996. – Vyp. 152(233). – S. 146-154. (in Russian)

Babushkin O.L., Sumochkina T.E., Sitnikova M.V. Klimaticheskaya otsenka karakulevodcheskikh pastbishch Uzbekistana [Climatic assessment of karakul pastures in Uzbekistan]. Tashkent: NIGMI, 2007. – 253 s. (in Russian)

*Gringof I.G., Babushkin O.L.* Klimat, pogoda i pastbishchnoye zhivotnovodstvo [Climate, weather and pasture animal husbandry]. Obninsk: Rosgidromet, 2010. – 352 s. (in Russian)

*Inagamova S.I., Mukhtarov T.M., Mukhtarov Sh.T.* Osobennosti sinopticheskikh protsessov Sredney Azii [Features of synoptic processes in Central Asia]. Tashkent: SANIGMI, 2002. – 485 s. (in Russian)

*Kalendar' tipov sinopticheskikh protsessov nad Sredney Aziyey* [The Calendar of synoptic processes types over Central Asia]. (in Russian)

Вып. 1 (1935-1967 гг.) / Aksarina Ye.A., Bugayev V.A., Burkova M.V., Voynova T.A. i dr. / Pod redaktsiyey E.S. P'inovoy. – Tashkent: SANIGMI, 1968. – 138 s.

Вып. 2 (1968-1978 гг.) / Pod redaktsiyey T.A. Voynovoy, S.I. Inagamovoy. – Tashkent: SARNIGMI, 1980. – 49 s.

Вып. 3 (1979-1991 гг.) / Pod redaktsiyey S.I. Inagamovoy. – Tashkent, SARNIGMI, 1993. – 56 s.

Вып. 4 (1992-2012 гг.) / Pod redaktsiyey S.I. Inagamovoy. – Tashkent: NIGMI, 2013. – 90 s.

*Kashkarov D.N.* Ekologiya domashnikh zhivotnykh na primere karakul'skoy ovtsy [Ecology of domestic animals on the example of the Karakul sheep] // Priroda, - 1937. - №9. – S. 47-67. (in Russian)

*Chekeres A.I.* Pogoda, klimat i otgonno-pastbishchnoye zhivotnovodstvo [Weather, climate and distant animal husbandry]. - L. Gidrometeoizdat, 1973. – 175 s. (in Russian)

УДК: 551.586

## ИМОМ АЛ-БУХОРИЙ МАЖМУАСИ ХУДУДИНИНГ БИОИҚЛИМИЙ ШАРОИТЛАРИ

Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ<sup>1,2\*</sup>, Ю.В. ПЕТРОВ<sup>2</sup>, Ф.И. АБДИҚУЛОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, bkhhol@mail.ru, abdiqulov707@mail.ru

<sup>2</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, yuvpet@mail.ru

**Аннотация.** Даҳбет метеорология станциясида сўнги ўн йиллик (2009-2018 йй.) даврида олиб борилган метеорологик кузатув маълумотларини статистик қайта ишлаш асосида Имом ал-Бухорий мажмуаси ҳудудининг иқлимий шароитлари баҳоланган. Ҳаво қурғоқчилигининг термогигрометрик коэффициентидан фойдаланиб мажмуа ҳудуди биометеорологик шароитларининг вақт бўйича ўзгариш хусусиятлари аниқланган. Мажмуага таширф буюрувчи сайёҳларни биоиқлимий маълумотлар билан таъминлаш мақсадида иссиқлик ҳиссиёти, об-ҳавонинг эстетик ва физикавий ташкил этувчиларини ўз ичига олувчи “Иқлимий туризм ахборот схемаси” таклиф қилинган.

**Калит сўзлар:** Имом ал-Бухорий мажмуаси, иқлимий шароитлар, ҳаво қурғоқчилигининг термогигрометрик коэффициенти, биометеорологик шароитлар, иссиқлик ҳиссиёти, “Иқлимий туризм ахборот схемаси”.

**Кириш.** Туризм жаҳон иқтисодиётининг энг йирик ва тез ривожланаётган тармоқларидан бири ҳисобланиб, миллий иқтисодиётларнинг ривожланишида ўта муҳим ўрин тутди. Халқаро туризмнинг асосий кўрсаткичлари тўғрисидаги ҳисоботда (UNWTO, 2019) таъкидланишича, сайёҳлик ва туризм дунё миқёсида иқтисодий ривожланиш ва иш ўринларини яратиш борасида асосий секторлардан бирига айланган. Халқаро туристик оқим 2018 йилда 5% га ортиб, 1,4 млрд кишини ташкил этган. Шу билан бирга туризм хизматларининг экспорт тушумлари дунё миқёсида 1,7 трлн АҚШ долларигача ўсган. Жаҳон хизматлар экспортида туризмнинг улуши 27%, товар ва хизматлар умумий экспортидаги улуши эса 7% ни ташкил этган. Туризм саноати иқлимий шароитларга

\* Масъул муаллиф: bkhhol@mail.ru, тел.: +998 99 878-51-27

боғлиқ бўлиб, унинг муайян таъсиридадир. Иқлим ўзгаришининг глобал миқёсда туризмнинг ривожланишига сезиларли таъсири сабабли бу муаммони тадқиқ этишга тобора катта эътибор қаратилмоқда.

Комфорт ва хавфсиз иқлимий шароитлар туризмнинг ривожланиши учун зарурий шартлар ҳисобланади. Иқлимий комфорт биоиклимий индикатор бўлиб, турли метеорологик шароитларда кишиларнинг жисмоний комфорт/дискомфорт даражасини баҳолайди. Иқлимий комфорт тадқиқотлари шаҳарсозлик, соғлиқни сақлаш, спорт ва бошқа инсон фаолият турлари учун ҳам катта аҳамият касб этади.

Жаҳон миқёсида туризм мақсадларида фойдаланиш учун биоиклимий шароитларни тадқиқ этишга бағишланган кўп сонли илмий ишлар эълон қилинган. Мавжуд илмий адабиётларда биоиклимий шароитларни тавсифловчи ахборотни биометеорологик индекслар ёрдамида ҳавола қилиш қабул қилинган. Сўнгги юз йил давомида мазкур илмий ишларда инсон танаси comfort индекслари – “эмпирик индекслар” ва “рационал индекслар”дан кенг фойдаланилган [Brake, Bates, 2002; Blazejczyk et al., 2012; Yan et al., 2013; Sun, Li, 2015]. “Эмпирик индекслар” эффе́ктив ҳарорат (ET) [Houghton, Yaglo, 1923], ҳарорат ва намлик индекси (THI) [Thom, 1957], шамол таъсири индекси (WEI) [Terjung, 1966] ва бошқа бир қатор кўрсаткичларни ўз ичига олиб, инсон организмнинг субъектив хиссиётлари ёки физиологик реакцияларини тавсифловчи индекслар ҳисобланади. “Рационал индекслар” муайян ҳисоблаш моделларига асосланган бўлиб, туризм иқлим индекси (TCI) [Mieczkowski, 1985], физиологик эквивалент ҳарорат (PET) [Höppe, 1999; Daneshvar et al., 2013; Çalişkan et al., 2013; Matzarakis, 2014], иқлимий туризм индекси (CIT) [De Freitas et al., 2008], ҳарорат иқлим универсал индекси (UTCI) [Blazejczyk et al., 2012; Jendritzky et al., 2012] ва бошқа кўрсаткичлар гуруҳидан иборат.

Ўзбекистон катта диний туризм салоҳиятига эга мамлакатлардан бири ҳисобланади. Сўнгги йилларда республикамизда зиёрат туризмни ривожлантиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Зиёрат туризмида маркетинг тадқиқотларини олиб боришда сайёҳларнинг демографик, психологик, ахлоқий сегментлари билан бир қаторда, географик сегментлашга ҳам алоҳида эътибор бериш талаб этилади. Географик сегментлаш сайёҳларнинг яшаш жойлари билан туристик марказнинг иқлимида сезиларли фарқлар бўлганда қўлланилади. Шу сабабли, сегментлашда туристик минтақаларнинг иқлимий хусусиятлари албатта инобатга олинishi зарур. Муайян ҳудудга туристик мақсадларда ташриф буюрувчиларнинг мавжуд туризм инфратузилмасидан максимал фойдаланишлари, туризмнинг мавсумийлиги ва бошқа бир қатор хусусиятларни аниқлашда метеорология станцияларидан олинган кузатиш маълумотлари муҳим аҳамиятга эга. Туристтик марказларнинг об-ҳаво ва иқлим шароитлари хусусиятларини ўрганишга бағишланган тадқиқотлар минтақаларда туризмни ривожлантиришдаги “дестинацион менежмент” концепциясига тўла мос келади.

Мамлакатимиздаги Имом ал-Бухорий мажмуаси Самарқанд вилояти Пайариқ туманидаги Хартанг қишлоғида жойлашган. Буюк муҳаддис бобомиз Абу Абдуллоҳ Муҳаммад ибн Исмоил ал-Бухорий дафн этилган мазкур ёдгорлик мажмуаси Ислом оламида юксак эътиборга эга бўлган масканлардан бири ҳисобланади. Имом ал-Бухорий зиёратгоҳ мажмуаси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1997 йил 29 апрелдаги “Муҳаммад ибн Исмоил Имом ал-Бухорий таваллудининг ҳижрий 1225 йиллигини нишонлаш ва уни ўтказиш тўғрисида”ги 217-сон қарорига биноан ёдгорлик, диний ва маънавий-маърифий мақсадларда бунёд этилган. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.М.Мирзиёевнинг 2017 йил 14-15 апрель кунлари Самарқанд вилоятига ташрифи давомида Имом ал-Бухорий мажмуаси ҳудудида халқаро илмий марказ қурилиши бўйича топшириқ берилган. Президентимизнинг 2018 йил 17-18 март кунлари Самарқанд вилоятига ташрифи давомида берган топшириғи билан

Имом ал-Бухорий мажмуасини қайта қуриш лойиҳа-таклифи ва Хартанг қишлоғининг бош режа-лойиҳаси маъқулланди [Халқ сўзи ..., 2018].

Мажмуага зиёрат ва хордиқ чиқариш мақсадларида ташриф буюрувчи сайёҳларни ишончли иқлимий ва биометеорологик маълумотлар билан таъминлаш, уларга индивидуал имкониятларидан келиб чиқиб, сафар учун энг қулай вақтни танлаш имконини беради.

**Тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари.** Имом ал-Бухорий мажмуаси ҳудудида иқлимий ва биометеорологик шароитларни аниқлаш тадқиқотнинг **мақсади**, иқлимий катталиклар ва ҳаво қурғоқчилиги термогигрометрик коэффициентининг вақт давомидаги ўзгарувчанлигини баҳолаш ҳамда уларни сайёҳлар учун қулай кўринишда ҳавола қилиш тадқиқотнинг **вазифаси** ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг объекти ва предмети.** Имом ал-Бухорий мажмуаси ҳудуди тадқиқотнинг **объекти**, унинг иқлимий ва биометеорологик шароитлари эса тадқиқотнинг **предмети** ҳисобланади.

**Бирламчи маълумотлар.** Тадқиқот ишини бажаришда Ўзгидрометнинг Гидрометеорология фондида сақланаётган денгиз сатҳидан 645,1 м баландликда жойлашган Даҳбет метеорология станциясида 2009-2018 йиллар мобайнида қайд этилган муддатли кузатув маълумотларидан фойдаланилди.

**Тадқиқот усуллари.** Тадқиқот ишида биометеорологик шароитларни баҳолаш учун Ю.В.Петров ва А.Қ.Абдуллаевлар томонидан тақлиф этилган бирликсиз биометеорологик индекс - ҳаво қурғоқчилигининг термогигрометрик коэффициентидан фойдаланилди [Petrov, Abdullaev, 2010; Холматжанов ва бошқ., 2020; Kholmatjanov et al., 2020]:

$$K = \frac{T - \tau}{T} = \frac{\Delta}{T},$$

бу ерда,  $T$  – ҳаво ҳарорати (Кельвин),  $\tau$  – шудринг нуқтаси ҳарорати,  $T - \tau = \Delta$  – шудринг нуқтаси дефицити.

Индекс бир вақтнинг ўзида ҳам ҳавонинг ҳарорати, ҳам ундаги намлик миқдорига боғлиқ бўлиб, муайян ҳаво ҳароратида ҳаводаги сув буғининг тўйиниш ҳолатидан қанчалик узоқда эканлигини кўрсатади. Ўзгармас намлик шароитида ҳароратнинг ортиши ҳаво қуруқлигининг ортишига, ўзгармас ҳаво ҳарорати шароитида намликнинг ортиши, аксинча, ҳаво қуруқлигининг камайишига олиб келади. Индекс қабул қиладиган қийматлар ёгингарчилик миқдори ва тури, тўшалган сирт ҳолати ва тури, булутлилик миқдори ва шакли ва бошқа метеорологик омилларга боғлиқлиги туфайли муайян ҳудуд об-ҳаво ва иқлимнинг объектив характеристикаси ҳисобланади.

Биометеорологик шароитларнинг ҳаво ҳарорати ва ТГК га боғлиқлиги асосида олти та иссиқлик ҳиссиёти зоналари ажратилади: 1 – ўта совуқ, 2 – совуқ, 3 – комфорт, 4 – нисбий комфорт, 5 – иссиқ, 6 – ўта иссиқ [Петров, Ахмедова, 2019].

Иқлимий шароитлар метеорологик катталикларнинг ойлик, декадалик ва суткалик қийматлари тақсимооти кўринишида ҳавола қилинади. ТГК кўп йиллик ўртача қийматларининг тақсимооти тадқиқ этилиб, биометеорологик шароитларнинг сутка ва йил давомидаги ўзгаришлари аниқланди. Олинган натижалар иссиқлик ҳиссиёти, об-ҳаво шароитларининг эстетик (булутлилик ва нисбий намлик) ва физикавий (димқиш, ёгингарчилик, шамол) ташкил этувчиларини акс эттирувчи “Иқлимий туризм ахборот схемаси” декадалик қийматлар асосида ҳавола қилинади [Daneshvar et al., 2013; Çalişkan et al., 2013; Matzarakis, 2014]. Схema батафсил иқлимий маълумотлардан иборат бўлиб, сайёҳларга йил давомида об-ҳаво шароитларини ҳисобга олган ҳолда таътил ва дам олиш вақтини режалаштириш имкониятини яратади ва қуйидаги ташкил этувчиларни ўз ичига

олади: иссиқлик ташкил этувчилари - совуқлик стресси (ТГК = 1-зона); термик комфорт (ТГК = 3-зона); иссиқлик стресси (ТГК = 6-зона); эстетик ташкил этувчилар – очик об-ҳаво (булутлилик < 5 балл); туман (нисбий намлик > 93%); физикавий ташкил этувчилар – димиқиш (сув буғи босими > 18 гПа); ёғинли кунлар (ёғинлар миқдори > 5 мм); курук кунлар (ёғинлар миқдори < 1 мм); шамолли кунлар (шамол тезлиги > 8 м/с).

Таҳлил қилинаётган катталикларнинг тақсимои фоидаларда ифодаланган такрорланувчанлик кўринишида ҳавола этилиб, ҳар бир рангли устун муайян катталикларнинг мос такрорланувчанлигини тавсифлайди. 100% такрорланувчанлик жадвалнинг ўнг қисмида берилган ҳолатнинг ойнинг ҳар бир кунда қайд этилганини англатади. 50% такрорланувчанлик ҳолатнинг 15 кун давомида, 10% такрорланувчанлик эса 3 кун давомида қайд этилишига мос келади. Биометеорологик маълумотларнинг сайёҳлар томонидан тушунишини енгиллатиш мақсадида “Иқлимий туризм ахборот схемаси”нинг биоиклимий шароитларни “ўта ноқулай” дан “идеал” гача бўлган, ҳар бири тахминан 14% эҳтимолликка эга бўлган 7 та синфдан иборат шкаласи ҳам ҳавола этилади. Совуқлик ва иссиқлик стресси, туман, димиқиш, ёғинли ва шамолли кунлар учун такрорланувчанликнинг катта қийматлари ноқулай шароитларни, термик комфорт, очик об-ҳаво ва курук кунлар учун эса қулай шароитларни англатади [Matzarakis, 2014].

**Тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси.** Даҳбет метеорология станциясида 2009-2018 йилларда қайд этилган ҳаво ҳарорати ва намлиги, булутли ва қуёшли кунлар, атмосфера ёғинлари миқдори, шамол тезлиги ва йўналиши тўғрисидаги муддатли кузатув маълумотларини статистик қайта ишлаш асосида Имом ал-Бухорий мажмуаси худудининг иқлимий шароитлари баҳоланди.

Тадқиқ этилаётган даврда худудда кўп йиллик ўртача йиллик ҳаво ҳарорати 14,6°C бўлиб, йилнинг энг иссиқ ойи - июлда кўп йиллик ўртача ойлик ҳаво ҳарорати 27,1°C, энг совуқ ойи январда эса 2,8°C ни ташкил этади. Кўп йиллик ўртача йиллик атмосфера ёғинлари миқдори 352,0 мм ни ташкил этиб, ёғинларнинг асосий қисми совуқ ярим йилликда кузатилади. Март, февраль, апрель ва ноябрь энг серёғин ойлар бўлиб, кўп йиллик ўртача ҳисобда бу ойларда мос равишда 74,3; 57,4; 50,7 ва 41,6 мм миқдорда атмосфера ёғинлари қайд этилган (1-жадвал).

### 1-жадвал

Даҳбет метеорология станциясида кўп йиллик ўртача ойлик ҳаво ҳарорати (Т, °С), атмосфера ёғинлари (R, мм), сув буғи босими (е, гПа) ва нисбий намлик (f, %) нинг йил ичидаги тақсимои (2009-2018 йй.)

### Таблица 1

Внутригодовое распределение многолетней средней месячной температуры воздуха (Т, °С), атмосферных осадков (R, мм), давления водяного пара (е, гПа) и относительной влажности (f, %) на метеорологической станции Дагбит (2009-2018 гг.)

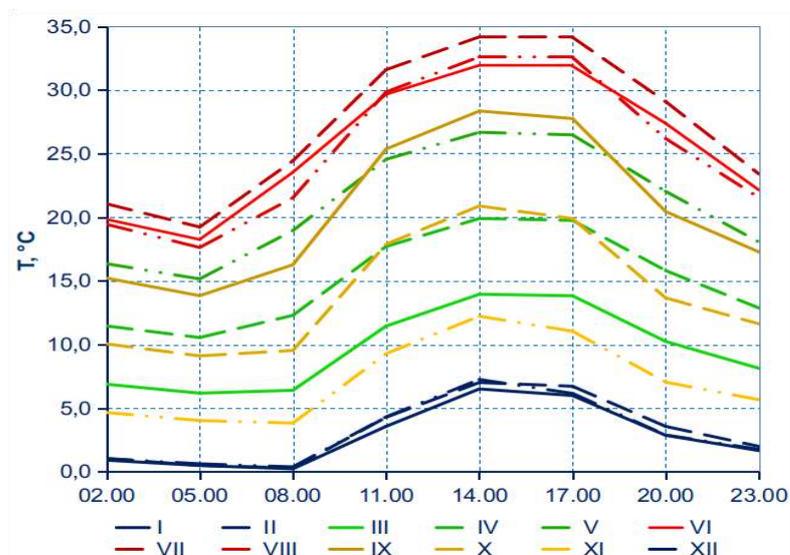
### Table 1

Intra-annual distribution of long-term mean monthly air temperature (Т, °С), precipitation (R, mm), water vapor pressure (е, hPa) and relative humidity (f, %) at the Dagbit meteorological station (2009-2018)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Т, °С	2,8	3,2	9,6	15,0	21,1	25,6	27,1	25,2	20,6	14,1	7,2	3,1
R, мм	39,4	57,4	74,3	50,7	26,7	10,8	0,5	1,0	2,5	20,8	41,6	26,3
е, гПа	5,9	6,3	8,5	10,7	13,3	13,6	13,7	13,5	11,1	9,1	7,2	5,9
f, %	78,6	78,2	71,8	65,0	56,1	44,5	41,1	45,7	49,4	59,2	72,3	76,3

Станция худудида кўп йиллик ўртача сув буғи босимининг энг кичик қийматлари (5,9-6,3 гПа) қиш ойларида, энг катта қийматлари (13,3-13,7 гПа) эса ёз ойларида қайд этилади (1-жадвал). Инсон организмида димиқиш ҳолатининг юзага келиши об-ҳаво шароитлари қаторига кирувчи сув буғининг босими билан тавсифланади. Жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, Имом ал-Бухорий мажмуаси худудида йил давомида димиқиш ҳолатлари юзага келмайди. Эстетик ташкил этувчи бўлган нисбий намликнинг йил давомидаги минимал қийматлари (41,1-44,3%) ёз ойларида, максимал қийматлари (76,3-78,6%) эса қиш ойларида кузатилади. Шундай қилиб, кўп йиллик ўртача ҳисобда йил давомида мажмуа худудида туман ҳосил бўлишига олиб келувчи шароитлар кузатилмайди.

Даҳбет метеорология станциясида кўп йиллик ўртача ойлик ҳаво ҳароратининг суткалик ўзгариши 1-расмда келтирилган. Апрельдан сентябргача бўлган даврда ўртача ойлик ҳаво ҳароратининг минимумлари соат 05.00 да, қолган ойларда эса соат 08.00 да қайд этилади. Ҳарорат максимумлари эса куз, қиш, баҳор ойларида соат 14.00 да, ёз ойларида эса 14.00 дан 17.00 гача бўлган вақт оралиғида кузатилади. Қиш ойларида кўп йиллик ўртача ойлик ҳаво ҳароратининг минимуми  $0,4^{\circ}\text{C}$ , максимуми эса  $7,3^{\circ}\text{C}$  ни ташкил этади. Ёз ойларида бу кўрсаткичлар мос равишда  $17,6-19,2^{\circ}\text{C}$  ва  $31,9-34,1^{\circ}\text{C}$  оралиғида тебранади. Баҳор мавсумида ўртача ойлик ҳароратнинг кескин ортиши, куз ойларида эса кескин пасайиши кузатилади. Қиш ойларида ҳароратнинг суткалик амплитудаси  $6,4-6,9^{\circ}\text{C}$ , ёз ойларида  $12,5-13,5^{\circ}\text{C}$ , баҳор ойларида  $7,5-10,8^{\circ}\text{C}$ , куз ойларида эса  $8,0-13,3^{\circ}\text{C}$  оралиғида тебранади.



1-расм. Даҳбет метеорология станциясида кўп йиллик ўртача ойлик ҳаво ҳароратининг ( $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ) сутка ичидаги ўзгариши (2009-2018 йй.)

Рис. 1. Суточный ход многолетней средней месячной температуры воздуха ( $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ) на метеорологической станции Дагбит (2009-2018 гг.)

Fig. 1. Diurnal variation of long-term mean monthly air temperature ( $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ) at the Dagbit meteorological station (2009-2018)

Кўп йиллик ўртача ёғинли кунлар сони ва атмосфера ёғинлари микдорининг йил ичидаги ўзгаришини декадалик маълумотлар асосида таҳлил қиламиз (2-расм). Тадқиқ этилаётган худудда ёғинлар кузатилган кунлар сони етарлича катта ўзгарувчанликка эга

бўлиб, январнинг сўнги декадасидан майнинг иккинчи декадасигача бўлган вақт оралиғида ҳамда ноябрь ва декабрнинг биринчи ва учинчи декадаларида бундай кунлар сони 2 ва ундан ортиқни ташкил этади. Июлдан сентябргача бўлган даврда ёғинли кунлар деярли кузатилмайди. Декада давомида 10 мм, яъни суткада ўртача 1 мм дан кўп ёғинлар кузатиладиган давр (январнинг иккинчи декадасидан майнинг биринчи декадасигача, октябрнинг учинчи, ноябрнинг биринчи ва учинчи ҳамда декабрнинг биринчи декадалари) асосан йилнинг совуқ ярим йиллигига мос келади. Июньнинг учинчи декадасидан бошлаб октябрнинг биринчи декадасигача бўлган даврда 5 мм дан кам ёғинлар қайд этилади. Июль-сентябрь оралиғидаги даврда эса ёғинлар деярли кузатилмайди.



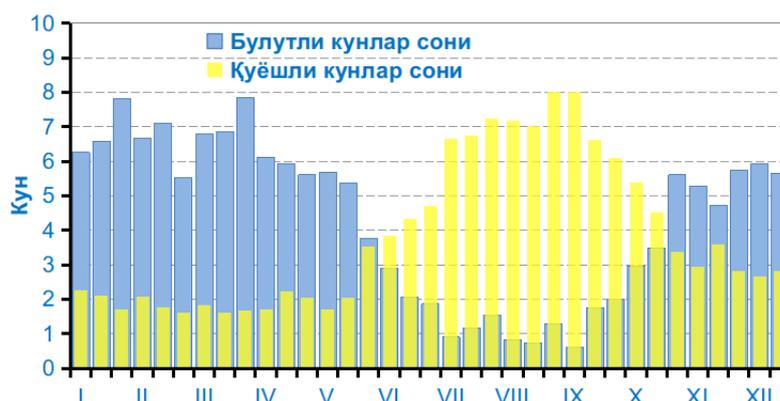
2-расм. Даҳбет метеорология станциясида кўп йиллик ўртача ёғинли кунлар сони ва атмосфера ёғинлари миқдорининг ( $R$ , мм) йил ичидаги ўзгариши (2009-2018 йй.)

Рис. 2. Внутригодовое изменение многолетнего среднего числа дней с осадками и их количества ( $R$ , мм) на метеорологической станции Дагбит (2009-2018 гг.)

Fig. 2. Intra-annual change in the long-term average number of days with precipitation and their quantity ( $R$ , mm) at the Dagbit meteorological station (2009-2018)

Кўп йиллик ўртача булутли ва қуёшли кунлар сонининг йил ичидаги ўзгариши диаграммаси 3-расмда келтирилган. Октябрнинг сўнги ўн кунлигидан бошлаб булутлилик 5 баллдан юқори бўлган кунлар сони декаданинг ярмидан кўпроқ кунларни ташкил этади. Бу ҳолат майнинг иккинчи ўн кунлигигача давом этиб, энг кўп булутли кунлар сони (6 ва ундан кўп) январь-март оралиғига тўғри келади. Июль, августнинг биринчи ва иккинчи ўн кунлигидан сентябрнинг биринчи ўн кунлигигача бўлган даврда булутли кунлар сони ўртача 2 кундан ортмайди. Қуёшли кунлар сони (булутлилик 0 балл) январь-май оралиғида ўртача 2 кун давомийликка эга бўлиб, майнинг учинчи ўн кунлигидан бошлаб кескин ортиб боради ва август-сентябрда декадада 8 кунгача қийматни ташкил этади. Сентябрьнинг иккинчи ўн кунлигидан бошлаб қуёшли кунлар сони аста-секин камайиб, декабрда бундай кунлар сони 3 кун атрофида бўлади.

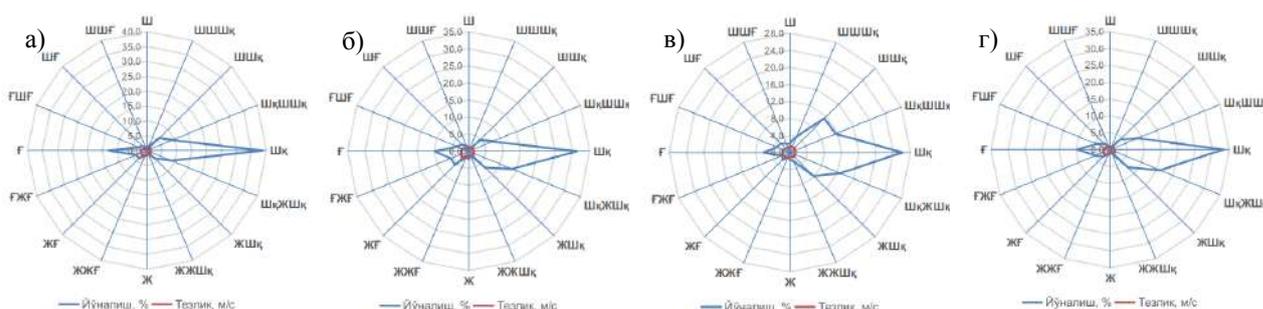
Жойнинг муҳим иқлимий кўрсаткичларидан яна бири – шамол ҳисобланиб, у шамолнинг устувор йўналиши ва тезлигини тавсифловчи шамол гули орқали ҳавола қилинади. Туризм тадбирларини ташкил этишда ҳудудда кузатиладиган шамол йўналиши ва тезлиги катта аҳамиятга эга. Даҳбет метеорология станцияси ҳудудида қиш, баҳор, ёз ва куз мавсумларининг ўрта ойлари учун шамол гуллари 4-расмда келтирилган. Йил давомида Даҳбет метеорология станциясида шарқий йўналишдаги шамол устуворлик қилиб, флюгер сатҳидаги ўртача шамол тезлиги 1,5-2,0 м/с дан ортмайди.



3-расм. Даҳбет метеорология станциясида кўп йиллик ўртача булутли ва қуёшли кунлар сонининг йил ичидаги ўзгариши (2009-2018 йй.)

Рис. 3. Внутригодовое изменение многолетнего среднего числа облачных и солнечных дней на метеорологической станции Дагбит (2009-2018 гг.)

Fig. 3. Intra-annual change in the long-term average number of cloudy and sunny days at the Dagbit meteorological station (2009-2018)



4-расм. Даҳбет метеорология станцияси шамол гули (2009-2018 йй.)

а) Январь, б) Апрель, в) Июль, г) Октябрь

Рис. 4. Роза ветров на метеорологической станции Дагбит (2009-2018 гг.)

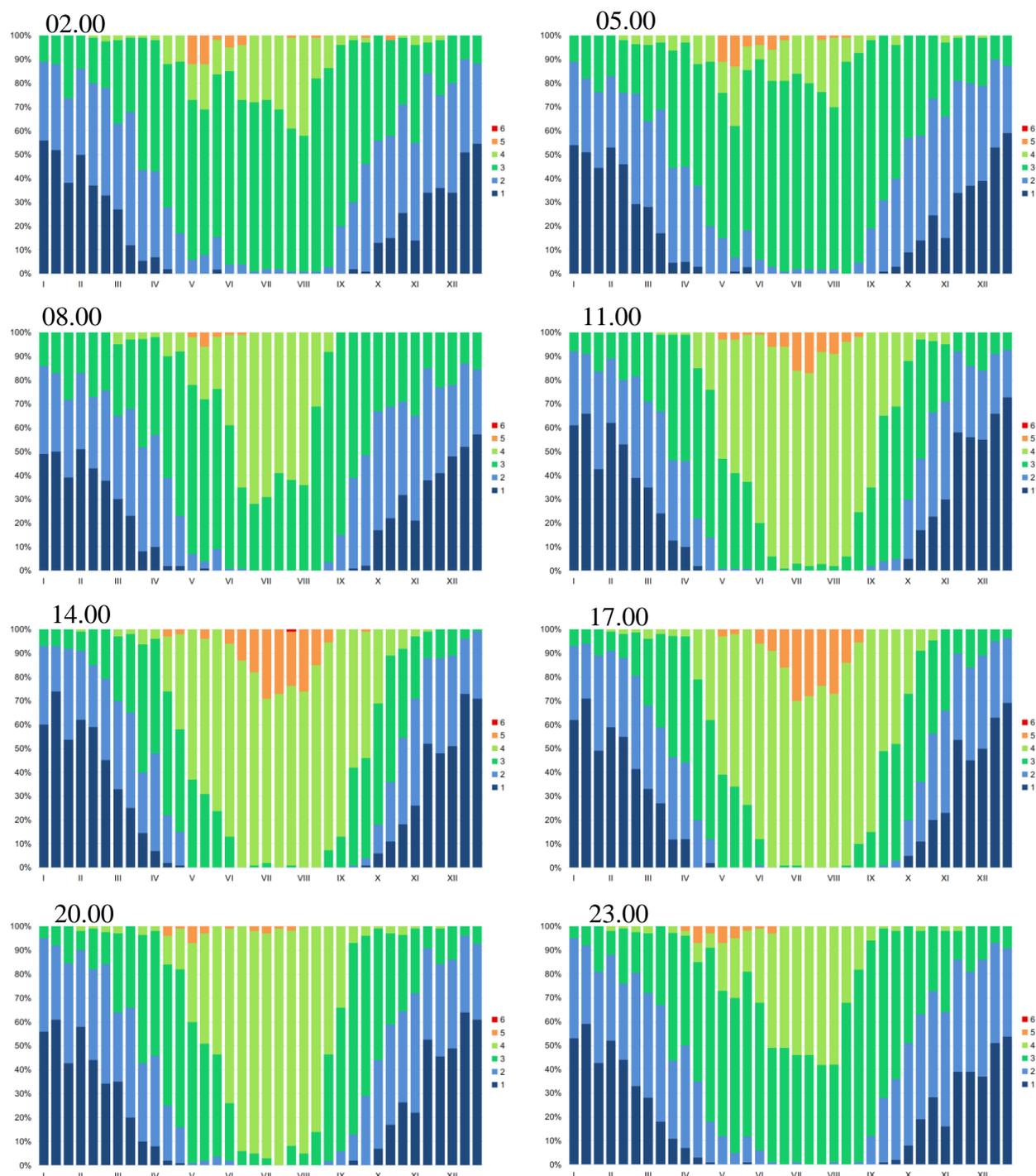
а) Январь, б) Апрель, в) Июль, г) Октябрь

Fig. 4. Wind rose at the Dagbit meteorological station (2009-2018)

а) January, б) April, в) July, г) October

ТГКнинг йилнинг муайян кунлари ва кузатиш муддатлари учун кўп йиллик кузатув маълумотларини ўртачалаш орқали биометеорологик шароитларнинг сутка ва йил ичидаги тақсмоти индекснинг яққол ифодаланган стукалик ва йиллик ўзгаришга эга эканлигини кўрсатди. Бу натижалар ТГК суткалик ва йиллик ўзгаришларининг умумий қонуниятларини таҳлил қилишга имкон берса-да, юзага келувчи иссиқлик ҳиссиёти шароитларининг реал тақсмотини миқдорий баҳолашга имкон бермайди. Биометеорологик шароитлар тақсмотини миқдорий баҳолаш мақсадида ҳар бир кузатиш муддатларида тадқиқот даври мобайнида қайд этилган барча иссиқлик ҳиссиёти зоналарининг фоизларда ифодаланган такрорланувчанлиги ҳар бир ойнинг декадалари кесимида ҳисобланди (5-расм).

Ҳисоблаш натижаларининг кўрсатишича, Даҳбет метеорология станцияси ҳудудида киш ойларида 1- ва 2-зона шароитлари устуворлик қилсада, 3-зона (комфорт)



**5-расм. Дахбетда биометеорологик шароитларнинг кўп йиллик ўртача декадалик такрорланувчанлиги, % (2009-2018 йй.)**

*1 – ўта совуқ, 2 – совуқ, 3 – комфорт, 4 – нисбий комфорт, 5 – иссиқ, 6 – ўта иссиқ*

**Рис. 5. Многолетняя средняя декадная повторяемость биометеорологических условий в Дагбите, % (2009-2018 гг.)**

*1 – очень холодно, 2 – холодно, 3 – комфорт, 4 – относительный комфорт, 5 – жарко, 6 – очень жарко*

**Fig. 5. The long-term average decade probability of biometeorological conditions in Dagbit, % (2009-2018)**

*1 – very cold, 2 – cold, 3 – comfort, 4 – relative comfort, 5 – hot, 6 – very hot*

шароитлари ҳам кузатилиб, сутка давомида 5-8% (соат 20.00, январнинг биринчи ва иккинчи декадалари) дан 30% (соат 08.00, февралнинг учинчи декадаси) гача такрорланувчанликка эга.

Мартдан бошлаб 1- ва 2-зона шароитларининг такрорланувчанлиги камайиб борсада, кундузги кузатув муддатларида уларнинг такрорланувчанлиги юқориликча қолади. Бу ойнинг биринчи декадасида соат 11.00 да 1-зонанинг такрорланувчанлиги 35%, 14.00 ва 17.00 да – 30% атрофида. Шу билан бирга мартнинг биринчи декадасидан бошлаб 4-зона (нисбий комфорт) шароитлари ҳам кичик такрорланувчанлик билан қайд этилади. Мартнинг учинчи декадасига келиб 3-зона шароитларининг такрорланувчанлиги сезиларли ортиб, 60% гача такрорланувчанликка эга бўлади.

Апрелнинг биринчи декадасида 1- ва 2-зона шароитлари биргаликда сутка давомида ўртача 40% такрорланувчанликка эга бўлиб, бу ойнинг кейинги декадаларида уларнинг такрорланувчанлиги кескин камаяди. 3-зона шароитларининг такрорланувчанлиги мос равишда биринчи декадада 45-55% ни ташкил этиб, кейинги декадаларда ҳам сақланиб қолади. Шу билан бирга апрелда 4- ва 5-зона шароитлари ҳам қайд этила бошлайди. Ойнинг учинчи декадасида 4-зонанинг энг катта такрорланувчанлиги 40% дан ортиқ ҳолатларда қайд этилган (соат 17.00). 5-зона шароитлари эса 5% гача (иккинчи декада, соат 20.00) такрорланувчанлик билан асосан кечки муддатларда кузатилади.

Май ойида кечки, тунги ва эрталабки муддатларда 3-зона шароитлари устуворлик қилса (60-70%), кундузги муддатларда 4-зона (нисбий комфорт) шароитлари катта такрорланувчанликка (60% гача) эга.

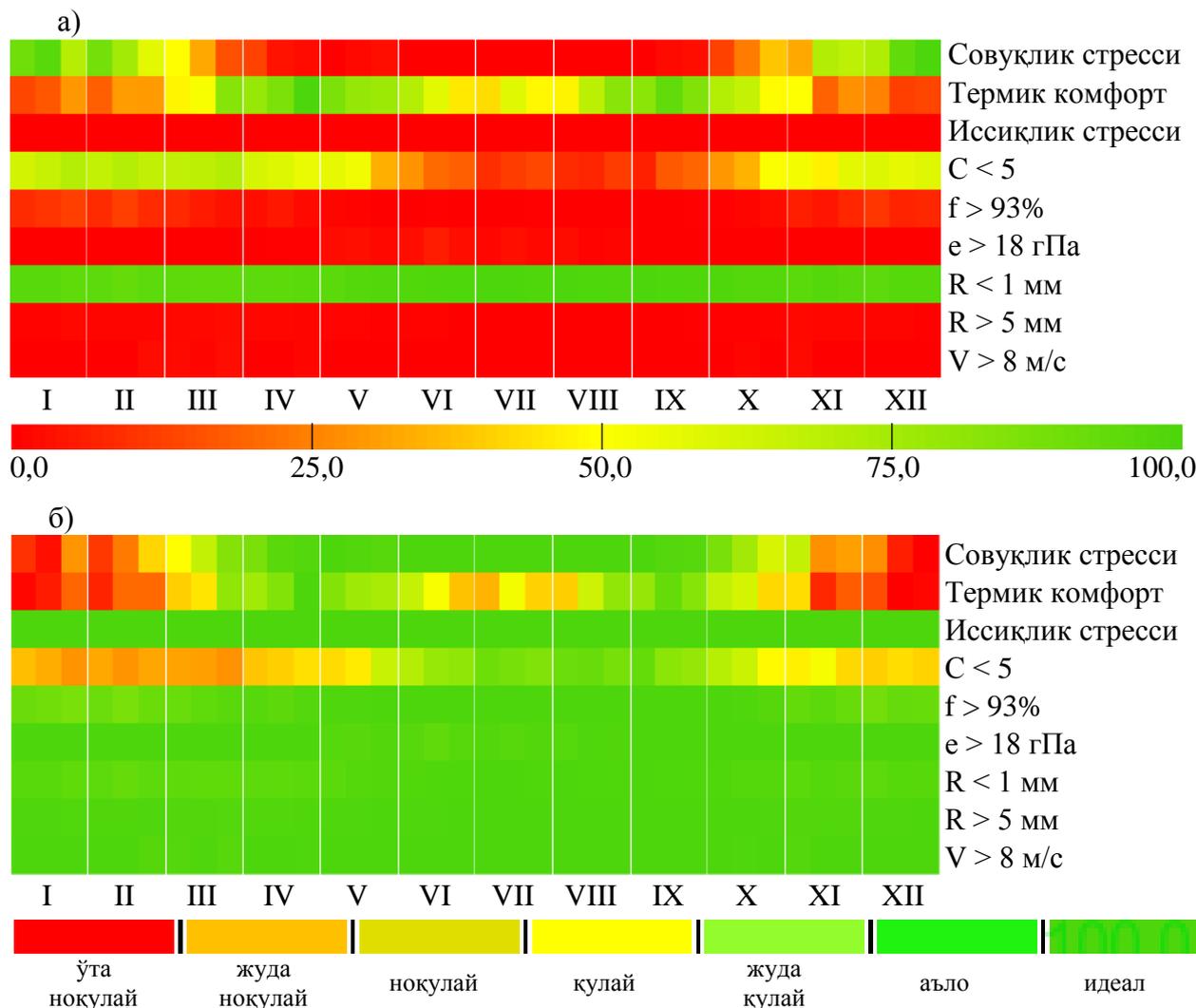
Ёз ойларида Даҳбетда 4-зона шароитларининг такрорланувчанлиги энг катта қийматларга эга бўлиб, яққол ифодаланган суткалик ўзгаришга эга. Соат 08.00, 14.00, 17.00 ва 23.00 да бу зона шароитларининг такрорланувчанлиги 70% гача, 11.00 ва 20.00 да 90-95% гача ҳолатларни ташкил этади. Ҳарорат энг юқори бўлган июль ойида соат 14.00 ва 17.00 да 5-зона шароитларининг такрорланувчанлиги 30% гача ҳолатларда кузатилади. Шу билан бирга июлнинг иккинчи ва учинчи декадаларида 6-зона (ўта иссиқ) шароитлари ҳам кичик такрорланувчанлик билан қайд этилади. Тунги соат 02.00 да 3- ва 4-зона, тонгги 05.00 эса 3-зона шароитлари устуворлик қилади.

Сентябрдан бошлаб, ҳаво ҳароратининг пасайиши билан, иссиқлик ҳиссиёти зоналарининг тақсимотида 4-зона такрорланувчанлигининг камайиши, 3- ва 2-зона такрорланувчанлигининг эса ортиши кузатилади. Бу ўзгаришлар сутка давомида нотекис тақсимотга эга бўлади. Кундузги ва кечки кузатув муддатларида (соат 11.00 дан 20.00 гача) бу ойда 3-зона шароитларининг такрорланувчанлиги 15-70% ни, 4-зона шароитларининг такрорланувчанлиги 60-85% ни ташкил этади. Тунги ва эрталабки соатларда 3- ва 2-зоналар шароитлари устуворлик қилади (мос равишда 30-60% ва 30-35%). Октябрь-ноябрь даври 3-зона такрорланувчанлигининг камайиши ва 2- ва 1-зона шароитлари такрорланувчанлигининг ортиб бориши билан тавсифланади. Ноябрьнинг учинчи декадасига келиб сутка давомида 3-зонанинг такрорланувчанлиги 10-20%, 2-зонанинг такрорланувчанлиги 40%, 1-зонанинг такрорланувчанлиги эса 35-55% оралиғида ўзгаради.

Имом ал-Бухорий мажмуаси ҳудуди учун кўп йиллик ўртача биометеорологик шароитларни иссиқлик ҳиссиёти, об-ҳаво шароитларининг эстетик ва физикавий ташкил этувчиларининг декадалар бўйича тақсимоти кўринишида акс эттирувчи “Иқлимий туризм ахборот схемаси” ҳавола қилинди (6-расм).

Ноябрнинг иккинчи декадасидан бошлаб мартнинг биринчи декадасигача бўлган даврда мажмуа ҳудудида совуқлик стресси шароитларининг юзага келиш такрорланувчанлиги 50% дан юқори (6а-расм). Бу давр сайёҳлар учун ҳам совуқлик стресси, ҳам термик комфорт кўрсаткичлари бўйича “ўта ноқулай”, “жуда ноқулай” ва

“нокулай” даражаларга мос келади ва ҳаво ҳароратининг паст қийматлари билан изоҳланади (6б-расм). Қолган ойларда совуқлик стресси шароитларининг такрорланувчанлиги кичик қийматларга эга. Июннинг учинчи декадасидан августнинг биринчи декадасига бўлган вақт оралиғида термик комфорт нуктаи назаридан “жуда нокулай” ва “нокулай” шароитлар юзага келади. Бу шароитлар ҳаво ҳароратининг юқори қийматлари билан изоҳланади. Мартнинг учинчи декадасидан июннинг биринчи декадасигача ҳамда августнинг иккинчи декадасидан октябрнинг иккинчи декадасигача бўлган вақт оралиғида термик комфорт нуктаи назаридан “кулай”дан “идеал”гача бўлган шароитлар кузатилади.



**6-расм. Дахбет учун “Иқлимий туризм ахборот схемаси”**  
 а) такрорланувчанлик, %, б) қулайлик даражалари

**Рис. 6. «Климатическая туристская информационная схема» для Дагбита**  
 а) повторяемость, %, б) степень благоприятности

**Fig. 6. Dagbit’s “Climate–Tourism–Information–Scheme”**  
 а) probability, %, б) suitability

Мажмуа ҳудудида йил давомида иссиқлик стресси шароитларининг такрорланувчанлиги жуда паст (6а-расм). Мос равишда қулайлик даражалари нуктаи назаридан иссиқлик стресси кўрсаткичи бўйича йил давомида сайёҳлар учун “идеал” шароитлар таъминланади. Юқорида таъкидланган ёз ойларида термик комфорт нуктаи

назаридан “жуда ноқулай” ва “ноқулай” шароитлар юзага келсада, бу шароитлар иссиқлик стрессини келтириб чиқармайди.

Эстетик ташкил этувчи – 5 баллдан юқори булутлилик кузатилган кунлар бўйича октябрнинг учинчи декадасидан майнинг биринчи декадасигача бўлган даврда “ноқулай” ва “жуда ноқулай” шароитлар қайд этилади. Кейинги эстетик ташкил этувчи – нисбий намлик 93% дан юқори бўлган кунларнинг такрорланувчанлиги 25% дан кам, қулайлик даражалари бўйича бу ҳолат йил давомида “жуда қулай”дан “идеал”гача бўлган шароитларни таъминлайди (6-расм).

Инсон организмига таъсир кўрсатувчи об-ҳавонинг физикавий ташкил этувчилари – сув буғи босими 18 гПа дан юқори бўлган кунлар, ёғинларсиз ва ёғинли кунлар ҳамда флюгер сатҳидаги шамол тезлиги 8 м/с дан катта бўлган кунлар сони бўйича Имом ал-Бухорий мажмуаси ҳудудида “жуда қулай”дан “идеал”гача бўлган шароитлар йил давомида кузатилади (6-расм).

**Хулосалар.** Даҳбет метеорология станцияси ҳудудида тадқиқот бажарилган давр мобайнида кўп йиллик ўртача йиллик ҳаво ҳарорати 14,6°C ни, кўп йиллик ўртача атмосфера ёғинлари 352,0 мм ни ташкил этади. Йилнинг энг иссиқ оғи – июлда кўп йиллик ўртача оғлик ҳаво ҳарорати 27,1°C, энг совуқ оғи – январда эса 2,8°C га тенг. Суткалик ўзгаришда ҳаво ҳарорати минимумлари йилнинг илиқ даврида соат 05.00 да, совуқ даврида эса 08.00 да, максимумлари эса куз, киш, баҳор оғларида соат 14.00 да, ёз оғларида эса 14.00 ва 17.00 оғлиғида қайд этилади. Кўп йиллик ўртача атмосфера ёғинлари максимуми мартда (74,3 мм), минимуми эса июль-августда (1 мм дан кам) кузатилади. Йилнинг совуқ даврида кўп йиллик ўртача ёғинли кунлар сони декадада 2 кунни ташкил этади. Февраль ва март оғларида бундай кунлар сони 3 кунгача ортади. Ҳаво намлиги кўрсаткичларининг кўп йиллик ўртача қийматлари таҳлили йил давомида Даҳбет метеорология станцияси тавсифловчи ҳудудда инсон организмида димиқиш ҳолатлари ва туман ҳосил бўлишига олиб келувчи шароитлар кузатилмаслигини кўрсатди. Даҳбет метеорология станциясида кўп йиллик ўртача булутли ва қуёшли кунлар сонининг йил ичидаги ўзгариши таҳлили октябрнинг учинчи декадасидан майнинг иккинчи декадасигача бўлган даврда булутли кунлар декадада 5 кундан ортик, июль-сентябрь даврида қуёшли кунлар сони декадада 6 кундан ортик бўлишини кўрсатди. Йил давомида Даҳбет метеорология станцияси ҳудудида шарқий йўналишдаги шамол устуворлик қилиб, флюгер сатҳидаги ўртача шамол тезлиги 1,5-2,0 м/с дан ортмайди.

ТГК қийматларининг таҳлили унинг кўп йиллик ўртача қийматлари яққол ифодаланган суткалик ва йиллик ўзгаришларга эга эканлигини кўрсатди. Имом ал-Бухорий мажмуаси ҳудудида шаклланувчи биометеорологик шароитларнинг реал тақсмотини миқдорий баҳолаш мақсадида ҳар бир кузатиш муддатларида тадқиқот даври мобайнида қайд этилган барча иссиқлик ҳиссиёти зоналарининг фоизларда ифодаланган такрорланувчанлиги декадалар кесимида ҳисобланди. Олинган натижалар асосида Имом ал-Бухорий мажмуаси учун “Иқлимий туризм ахборот схемаси” тузилди. Мартнинг учинчи декадасидан июннинг биринчи декадасигача ҳамда августнинг иккинчи декадасидан октябрнинг иккинчи декадасигача бўлган вақт оғлиғида “қулай”дан “идеал”гача бўлган термик комфорт шароитлари кузатилиши аниқланди.

**Миннатдорчиликлар:** Мақола муаллифлари Fortran дастурлаш тилида ёзилиб, “Иқлимий туризм ахборот схемаси”ни тузишда фойдаланилган иссиқлик ҳиссиёти зоналарининг такрорланувчанлигини ҳисоблаш дастури муаллифи Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети доценти, ф.-м.ф.н. М.М. Нишоновага ўз миннатдорлигини билдирадилар.

**Муаллифлар ҳиссаси.** **Б.М. Холматжанов:** Мақола ғояси, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш, раҳбарлик. **Ю.В. Петров:** Методология, натижалар таҳлили, натижаларни текшириш, раҳбарлик. **Ф.И. Абдиқулов:**

Маълумотларни йиғиш, қайта ишлаш, натижалар таҳлили, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашр этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

## АДАБИЁТЛАР

*Петров Ю.В., Ахмедова М.Ш.* Биоклиматические условия Узбекистана // Известия Географического общества Узбекистана, 2019. 55-том, – С. 206-209.

*Холматжанов Б.М., Петров Ю.В., Абдикулов Ф.И., Абдикулова М.Р., Сайпиддинов З.Ф., Махмудов М.М., Халматжанов Ф.М.* Условия теплового комфорта города Ташкент // Илм-фан ва инновацион ривожланиш. №2. 2020. - Б. 74-82.

*Blazejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B.* Comparison of UTCI to selected thermal indices // International Journal of Biometeorology, 2012. Vol. 56, No. 3, – PP. 515-535.

*Brake R., Bates G.* A valid method for comparing rational and empirical heat stress indices // The Annals of Occupational Hygiene, 2002. Vol. 46, No. 2, – PP. 165-174.

*Daneshvar M.R.M., Bagherzadeh A., Tavousi T.* Assessment of Bioclimatic Comfort Conditions based on Physiologically Equivalent Temperature (PET) using the RayMan Model in Iran // Cent. Eur. J. Geosci., 2013. 5(1). – PP. 53-60. DOI: 10.2478/s13533-012-0118-7.

*De Freitas C.R., Scott D., McBoyle G.* A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification // International Journal of Biometeorology, 2008. Vol. 52, No. 5, PP. 399-407.

*Houghton F.C., Yaglo C.P.* Determining equal comfort lines // Journal of the American Society of Heating and Ventilating Engineers, 1923. Vol. 29, PP. 165–176.

*Höppe P.R.* The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment // International Journal of Biometeorology, 1999. 43:71–75.

*Jendritzky G., de Dear R., Havenith G.* UTCI - Why another thermal index? // International Journal of Biometeorology, 2012. Vol. 56, No. 3, PP. 421-428.

*Kholmajjanov B.M., Petrov Yu.V., Abdikulov F.I., Abdikulova M.R., Saypiddinov Z.F., Makhmudov M.M., Khalmatjanov F.M., Safarov F.B.* Bioclimatic Resources and Their Consideration for Tourism Development in Selected Destinations of Uzbekistan // Indonesian Journal of Law and Economics Review IJLER 7 (0). doi: 10.21070/ijler.2020.V7.481.

*Matzarakis A.* Transfer of climate data for tourism applications - The Climate-Tourism/Transfer-Information-Scheme // Sustain. Environ. Res., 2014. 24(4). – PP. 273-280.

*Mieczkowski Z.* The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism // The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien, 1985. Vol. 29, No. 3, PP. 220–233.

*Petrov Yu.V., Abdullaev A.K.* On the problem of air dryness estimation // Russian Meteorology and Hydrology, Vol. 35, Issue 10. 2010. – PP. 715-719.

*Sun M.S., Li S.* Empirical indices evaluating climate comfortableness: review and prospect // Tourism Tribune, 2015. Vol. 30, No. 12, – PP. 19-34.

*Terjung W.H.* Physiologic climates of the conterminous United States: a bioclimatic classification based on man // Annals of the Association of American Geographers, 1966. Vol. 56, No. 1, pp. 141–179.

*Thom E.C.* A New Concept for Cooling Degree Days // Weather Bureau, Silver Spring, 1957. MA, USA.

*Yan Y.C., Yue S.P., Liu X.H., Wang D.D., Chen H.* Advances in assessment of bioclimatic comfort conditions at home and abroad // Advances in Earth Science, 2013. Vol. 28, No. 10, – PP. 1119-1125.

*Çalışkan O., Türkçü N., Matzarakis A.* The effects of elevation on thermal bioclimatic conditions in Uludag (Turkey) // Atmosphere, 2013. 26(1): 45-57.

*Электрон ресурс:*

Халқ сўзи (online). Самарқанддаги Имом Бухорий мажмуаси бутунлай янги қиёфага киради (фотожамланма). 18 июнь 2018. URL: <https://xs.uz/uzkr/post/samarqanddagi-imom-bukhorij-mazhmuasi-butunlaj-yangi-qiyofaga-kiradi-fotozhamlanma>

**БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ КОМПЛЕКСА  
ИМАМ АЛЬ-БУХАРИ****В.М. ХОЛМАТЖАНОВ<sup>1,2</sup>, Ю.В. ПЕТРОВ<sup>2</sup>, Ф.И. АБДИКУЛОВ<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, bkhoh@mail.ru, abdikulov707@mail.ru<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мизо Улугбека, yuvpet@mail.ru

**Аннотация.** На основе статистической обработки данных метеорологических наблюдений на метеорологической станции Дагбит за последний десятилетний (2009-2018 гг.) период оценены климатические условия территории комплекса Имам аль-Бухари. С использованием термогигрометрического коэффициента сухости воздуха определены особенности изменения биометеорологических условий во времени на территории комплекса. В целях обеспечения туристов биоклиматической информацией предложена «Климатическая туристская информационная схема», включающая такие компоненты как тепловое ощущение, эстетические и физические условия погоды.

**Ключевые слова:** комплекс Имам аль-Бухари, климатические условия, термогигрометрический коэффициент сухости воздуха, биометеорологические условия, тепловое ощущение, «Климатическая туристская информационная схема».

**BIOCLIMATIC CONDITIONS OF THE IMAM BUKHARI PILGRIMAGE PLACE****V.M. KHOLMATJANOV<sup>1,2</sup>, Yu.V. PETROV<sup>2</sup>, F.I. ABDIKULOV<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, bkhoh@mail.ru, abdikulov707@mail.ru<sup>2</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, yuvpet@mail.ru

**Abstract.** On the basis of statistical data processing of meteorological observations at the Dagbit meteorological station for the last ten-year period (2009-2018) the Imam al-Bukhari pilgrimage place's climatic conditions were estimated. Using the thermohygrometric coefficient of air dryness the temporal changes in biometeorological conditions features on the pilgrimage place were determined. In order to provide tourists with bioclimatic information a "Climate-Tourism-Information-Scheme" has been proposed. The scheme has components which consists of thermal sensation, aesthetic and physical conditions of the weather.

**Keywords:** Imam Bukhari pilgrimage place, climatic conditions, thermohygrometric coefficient of air dryness, biometeorological conditions, thermal sensation, "Climate-Tourism-Information-Scheme".

**REFERENCES**

Petrov Yu.V., Akhmedova M.Sh. Bioklimaticheskiye usloviya Uzbekistana [Bioclimatic conditions of Uzbekistan] // Izvestiya Geograficheskogo obshchestva Uzbekistana, 2019. 55-tom, – S. 206-209. (in Russian)

Kholmatjanov B.M., Petrov Yu.V., Abdikulov F.I., Abdikulova M.R., Saypiddinov Z.F., Makhmudov M.M., Khalmatjanov F.M. Usloviya teplovogo komforta goroda Tashkent [Conditions of thermal comfort of the Tashkent city] // Ilm-fan va innovatsion rivozhlanish. №2. 2020. - B. 74-82. (in Russian)

*Elektronik resource:*

Khalk sozi (online). Samarqanddagi Imom Bukhoriy mazhmuasi butunlay yangi kiyofaga kiradi (fotozhamlanma) [The Imam Bukhari complex in Samarkand will have a completely new look (photo collection)]. 18 iyun 2018. URL: <https://xs.uz/uzkr/post/samarqanddagi-imom-bukhorij-mazhmuasi-butunlaj-yangi-kiyofaga-kiradi-fotozhamlanma>. (in Uzbek)

УДК: 551.5:520.1

**ИЗМЕНЕНИЯ ИЗБРАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА МАЙДАНАКСКОЙ ВЫСОКОГОРНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ****Ф.А. АРИПДЖАНОВА<sup>1\*</sup>, Ю.А. ТИЛЛАЕВ<sup>2</sup>, Ю.В. ПЕТРОВ<sup>3</sup>, Х.Т. ЭГАМБЕРДИЕВ<sup>3</sup>**<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, zf\_88@mail.ru<sup>2</sup> Институт Астрономии Академии наук РУз, yusuf@astrin.uz<sup>3</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, yuvpet@mail.ru, ext1961@mail.ru

**Аннотация.** Изучены основные метеорологические параметры в приземном слое Майданакской астрономической обсерватории, которые могут повлиять на эффективность работы астрономических телескопов. Представлены диапазоны трех основных метеорологических величин – температуры воздуха, относительной влажности воздуха и осадков, которые больше всего влияют на качество астрономических наблюдений. Выявлены благоприятные метеорологические условия для астрономических наблюдений на Майданакской высокогорной обсерватории. Критериями благоприятности являются следующие условия – температура воздуха выше 0°C, относительная влажность воздуха менее 60% и количество месячных осадков меньше 100 мм. Результаты исследования показали, что в период с мая по ноябрь устанавливаются самые благоприятные погодные условия для астрономических наблюдений.

**Ключевые слова:** метеорологические условия, температура воздуха, относительная влажность, осадки, Майданакская обсерватория, астрономические наблюдения.

**Введение.** Горная среда очень чувствительна к изменению климата. Это чувствительность связано с любыми изменениями температуры и режима осадков во всех масштабах. Однако оценить потенциальные воздействия изменения окружающей среды не просто из-за сложности и разнообразия горных систем, а также из-за естественной внутри- и межгодовой изменчивости климатических параметров, которые затрудняют точное определение причин изменения климата [Immerzel et al., 2010]. Фактически, прогнозирование будущих климатических тенденций зависит от масштаба сети метеорологических станций, а также от результатов моделирования изменения климата на основе спутниковых данных [Beniston, 2005].

В странах Центральной Азии собирается значительное количество информации об окружающей среде. Тем не менее, не существует единой и скоординированной базы данных для облегчения доступа к точным данным об окружающей среде и, особенно, по вопросам воздействия изменения климата на горные экосистемы.

Министерство иностранных дел Германии финансировало Региональную исследовательскую сеть Water in Central Asia (CAWA). Цель этого крупномасштабного проекта направлена на создание надежной базы гидрологических и метеорологических данных и внедрения новых решений в области технического мониторинга. Измерительная система состоит из 18 дистанционно управляемых станций (ROMPS) в Центральной Азии. Эти станции были установлены Потсдамским центром наук о Земле (GFZ-Потсдам, Германия) в тесном сотрудничестве с Центрально-Азиатским институтом прикладных Исследований Земли (ЦАИИЗ) в Бишкеке, Национальными гидрометеорологическими службами Таджикистана и Узбекистана, Астрономическим институтом Академии наук Республики Узбекистан, а также Кабульским политехническим университетом. Основная цель работы этих станций заключается в поддержке создания надежной базы данных

---

\* Ответственный автор: zf\_88@mail.ru, тел.: +998 99 722-43-81

метеорологических и гидрологических данных, особенно в отдаленных районах с экстремальными климатическими условиями для применения в мониторинге климата и водных ресурсов в Центральной Азии [Antier at al., 2020; Zech at al., 2021].

**Целью** работы является исследование влияния избранных метеорологических характеристик на технические параметры астрономических приборов на Майданакской высокогорной обсерватории. В Узбекистане при поддержке SAWA установлено современное оборудование сетевых станций на Майданаке, Майдантале и Кумбеле. Таким образом можно решить следующую **задачу**: получить метеорологические и гидрометеорологические данные для Майданака с помощью открытой электронной базы данных и определить периоды с благоприятными погодными условиями.

**Объект и предмет исследования.** **Объектом** данной работы являются избранные метеорологические величины: температура воздуха, относительная влажность, осадки. **Предмет** работы – влияние метеорологических величин на эффективность работы астрономических телескопов.

**Исходные данные.** Данные температуры воздуха, относительной влажности и осадки за период 2013-2020 гг. получены с помощью базы сенсорных данных гидрометеорологических величин на основе измерительной системы типа ROMPS. В случае, если температура воздуха больше  $0,0^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха меньше 60% и количество месячных осадков меньше 100 мм, то можно предположить, что в эти месяцы будут благоприятные погодные условия для проведения астрономических наблюдений [Eliza at al., 2006; Sayed, 2017]. Эти диапазоны значений метеорологических величин послужили критериями для определения благоприятных условий проведения астрономических наблюдений на Майданакской высокогорной обсерватории.

Для расчета использован статический **метод исследования**.

**Основные результаты.** Обсерватория Майданак расположена на западной вершине одноименной горы высотой 2650 метров в отрогах Памиро-Алайской горной системы, расположенной на расстоянии 55 километров на юг от населенного пункта Китаб Кашкадарьинской области на юго-востоке Республики Узбекистан. Количество часов с ясным небом в ночное время и их распределение по сезонам для обсерватории Майданак типично для среднеазиатских гор. Это около 58% годового темного времени или 2000 часов. Погодные условия на плато довольно суровы и полностью отвечают высокогорному климату [Tillaev at al. 2018; 2020].

Сама дистанционная управляемая станция на Майданаке начала работать с ноября 2012 года. Компактный метеопередатчик, который установлен на станции, даёт возможность получить шесть метеорологических параметров в одном компактном блоке. Он измеряет температуру воздуха, скорость и направление ветра, количество осадков, атмосферное давление и относительную влажность. Датчик ветра установлен на вершине 10-метровой стальной мачты. Датчик осадков обнаруживает воздействие отдельных капель дождя с помощью пьезоэлектрического датчика при обнаружении «шум». Каждая капля дождя производит сигнал, который может быть преобразован непосредственно в накопленные осадки. Модуль RTU (давление, температура, влажность) измеряет атмосферное давление, температуру воздуха и влажность с помощью емкого кремниевого элемента для давления, емкого керамического элемента для температуры и емкого тонкого полимерного элемента в виде пленки для измерения относительной влажности. Компонент RTU фиксируется внутри радиационного щита для защиты датчика от прямых солнечных лучей.

С помощью открытого доступа к базе данных [[sdss.caiag.kg/sdss/](http://sdss.caiag.kg/sdss/)] для станции, находящейся на Майданаке, выполнен статистический анализ таких метеорологических величин, как температура воздуха, относительная влажность воздуха, осадки, за период 2013-2020 гг.

**Относительная влажность воздуха.**

В таблице 1 представлены среднемесячные значения относительной влажности воздуха за период 2013-2020 гг.

**Таблица 1**

**Среднемесячные значения относительной влажности воздуха (%) за период 2013-2020 гг.**

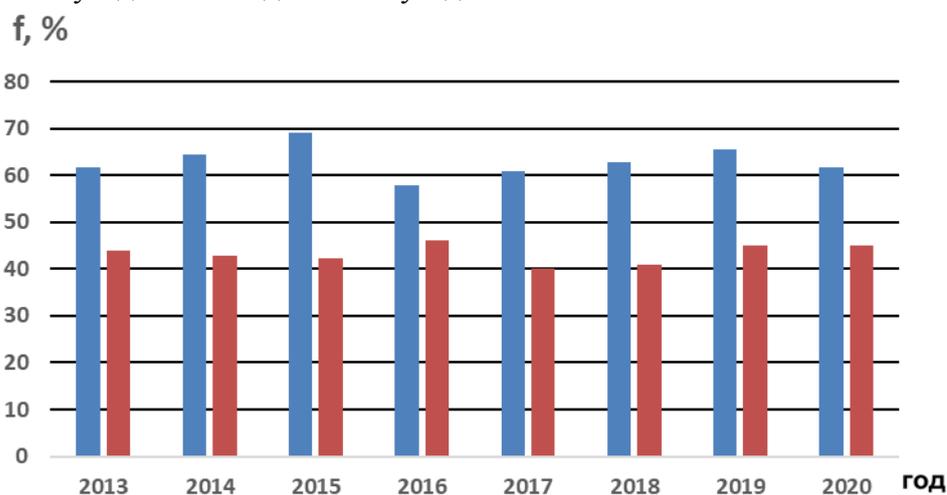
**Table 1**

**Average monthly value of relative air humidity (%) for the period 2013-2020**

Годы	Месяцы												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	63,2	66,4	69,6	74,6	55,9	35,9	30,9	39,0	27,9	45,2	55,5	70,2	52,9
2014	71,7	66,5	72,2	71,1	53,9	42,2	29,0	27,8	32,4	55,6	69,3	51,6	53,6
2015	78,7	84,3	76,5	59,5	49,7	32,3	35,9	34,5	41,9	49,4	65,2	60,7	55,7
2016	61,3	41,4	73,4	71,6	59,4	44,2	38,0	32,9	30,2	52,7	53,3	65,0	52,0
2017	71,3	76,4	69,5	63,0	46,0	36,7	32,5	29,7	34,8	40,0	54,7	53,8	50,7
2018	56,2	66,1	66,4	61,0	57,1	37,5	25,9	32,3	31,1	57,2	73,2	57,4	51,8
2019	72,6	77,3	76,1	78,3	51,2	48,0	28,5	30,8	33,4	51,5	55,5	60,0	55,3
2020	71,6	63,3	73,3	74,0	59,0	29,2	34,7	40,0	33,9	42,5	47,0	72,3	53,4
ср. мес	68,3	67,7	72,1	69,1	54,0	38,3	31,9	33,4	33,2	49,3	59,2	61,4	

В холодное полугодие (ХП) самые низкие значения относительной влажности наблюдаются в феврале 2016 года (41,4%), самые высокие значения – в феврале 2015 года (84,3%). В теплое полугодие (ТП) самые низкие значения относительной влажности наблюдаются в июле 2018 года (25,9%), а самые высокие значения – в апреле 2019 года (78,3%).

На рисунке 1 представлены средние значения относительного влажности воздуха для теплого полугодия и холодного полугодия за 2013-2020 гг.



**Рис. 1. Средние значения относительного влажности воздуха для теплого полугодия и холодного полугодия, 2013-2020 гг.**

**Fig. 1. Average value of the relative air humidity for the warm half-year and the cold half-year for the period 2013-2020**

Из рисунка 1 видно, что в теплое полугодие средние значения относительного влажности на 20-25% ниже, чем в холодное полугодие. Среднемесячные значения

относительной влажности воздуха показывают, что в 2015 году в холодном полугодии относительная влажность достигла максимальных значений 69%.

На рисунке 2 представлены среднегодовые значения относительной влажности воздуха за период 2013-2020 гг.

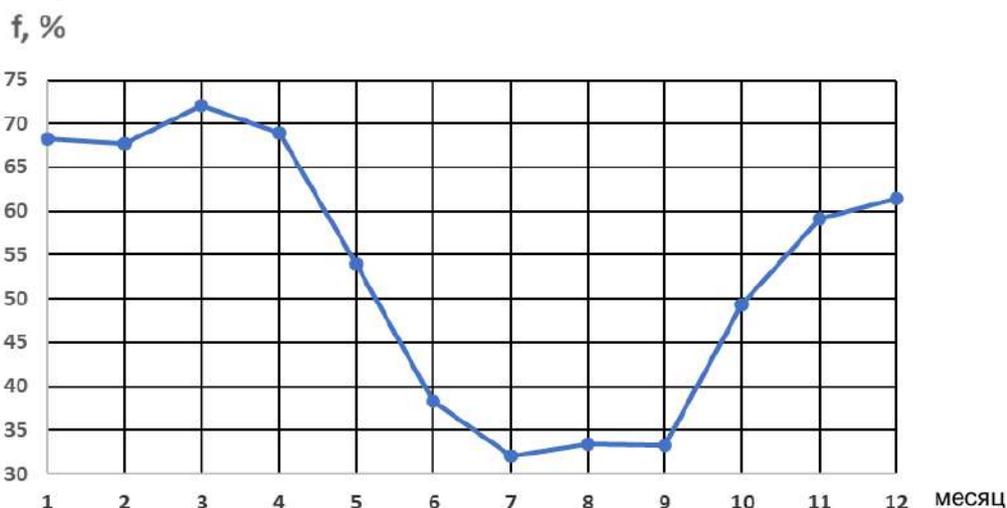


**Рис. 2. Среднегодовые значения относительной влажности воздуха за период 2013-2020 гг.**

**Fig. 2. Average annual value of relative air humidity for the period 2013-2020**

Из рисунка 2 видно, что самые низкие значения относительной влажности отмечаются в 2017 году. В 2015 и 2019 годах наблюдались самые высокие значения относительной влажности (56% и 55%, соответственно).

На рисунке 3 изображены среднемесячные значения относительной влажности воздуха за период 2013-2020 гг.



**Рис. 3. Среднемесячные значения относительной влажности воздуха за период 2013-2020 гг.**

**Fig. 3. Average monthly value of relative air humidity for the period 2013-2020**

В соответствии с закономерностями годового распределения относительной влажности, в исследуемый период 2013-2020 гг. относительная влажность в холодном

полугодии была выше, чем в теплом полугодии, как показано на рисунке 3. Максимальные среднемесячные значения относительной влажности воздуха наблюдаются в марте (72%). Месяцы с самыми низкими значениями относительной влажности воздуха наблюдаются в июле, августе и сентябре, когда они не превышают 34%.

#### Годовые и месячные суммы осадков.

В таблице 2 представлены месячные количества осадков и их годовые суммы за период 2013-2020 гг.

Таблица 2

Месячные суммы осадков (мм) за период 2013-2020 гг.

Table 2

Monthly precipitation (2013-2020) for the period 2013-2020

Годы	Месяцы												Сум. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	66,1	4,0	36,8	222,3	15,2	29,4	1,3	14,3	0,6	1,5	1,3	180,5	573,3
2014	12,6	4,9	13,3	72,9	49,1	9,2	1,4	0,0	0,1	48,5	33,7	0,1	245,7
2015	1,9	49,3	64,1	46,2	47,7	23,2	149,4	43,1	3,9	26,0	28,2	29,0	512,0
2016	41,8	4,4	372,2	45,6	2,8	0,9	26,9	0,2	0,2	1,6	0,7	24,1	521,4
2017	1,6	23,5	62,4	92,3	11,2	3,3	5,3	0,0	3,5	22,1	0,1	19,8	245,1
2018	22,5	50,1	48,8	35,3	111,0	3,3	50,9	0,2	37,5	17,3	19,8	2,0	398,7
2019	10,8	297,7	54,8	168,7	37,5	48,7	18,0	0,7	9,4	28,6	24,7	0,1	699,7
2020	0,2	8,3	81,4	170,4	105,2	6,7	8,7	6,1	4,2	1,0	1,0	0,8	395,0
Сум. мес.	157,5	442,2	733,8	853,7	379,6	124,7	261,9	64,6	59,4	146,6	109,5	256,4	

Годовое количество осадков за период 2013-2020 гг. показывает, что в годовом распределении максимум осадков выпал в апреле (853,7 мм). Минимум значения осадков выпал в августе (64,6 мм) и в сентябре (59,4 мм).

На основе данных, приведенных в таблице 2, был построен график годового количества осадков за период 2013-2020 гг. В 2019 году выпадали наиболее обильные осадки (699,7 мм) (рис. 4). В 2014 и 2017 годах наблюдались самые низкие значения количества осадков (245,7 и 245,1, соответственно).

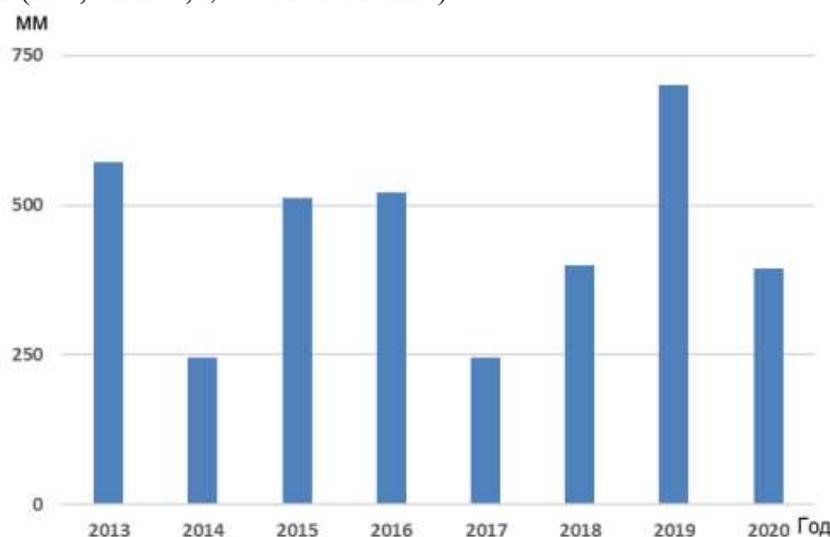


Рис. 4. Годовое количество осадков за период 2013-2020 гг.

Fig. 4. Annual precipitation in the period 2013-2020

Среднегодовые и среднемесячные распределения температуры воздуха.

На рисунках 5 и 6 представлены среднемесячные и среднегодовые значения температуры воздуха. Среднемесячная температура воздуха имеет полиномиальный характер. Значения ниже нуля наблюдаются, естественно, в зимний сезон.

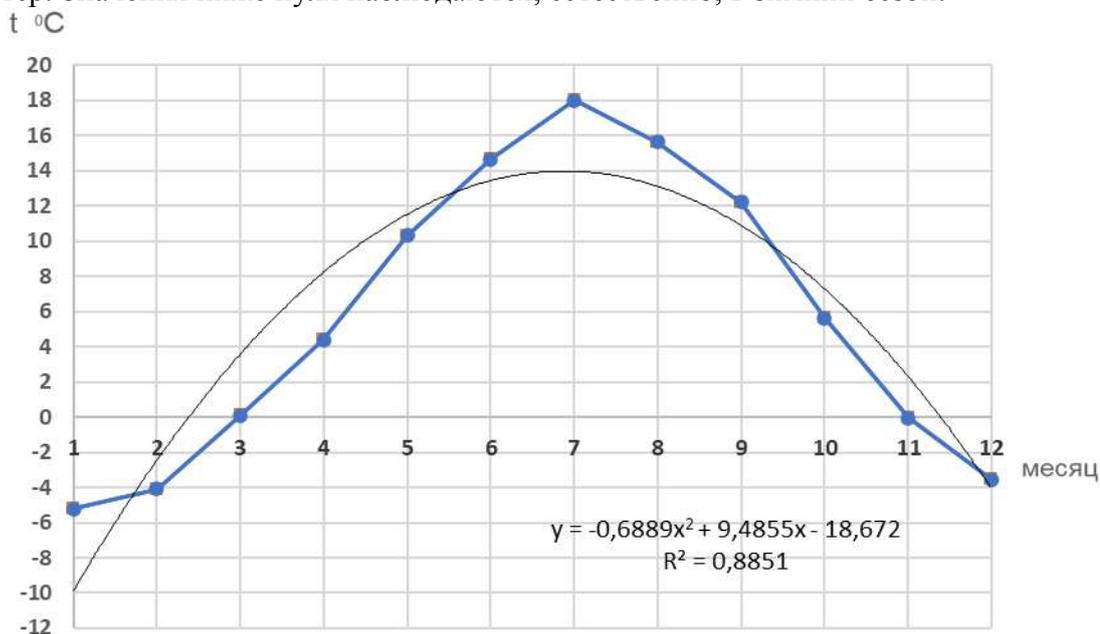


Рис. 5. Среднемесячная температура воздуха (2013-2020 гг.)

Fig. 5. Average monthly air temperature (2013-2020)

В зимнее время наблюдаются самые низкие средние значения температуры воздуха, которые составляют меньше  $-4^{\circ}\text{C}$ . Соответственно самая высокая среднемесячная температура наблюдается в июле, когда она достигает  $18^{\circ}\text{C}$  (рис. 5).

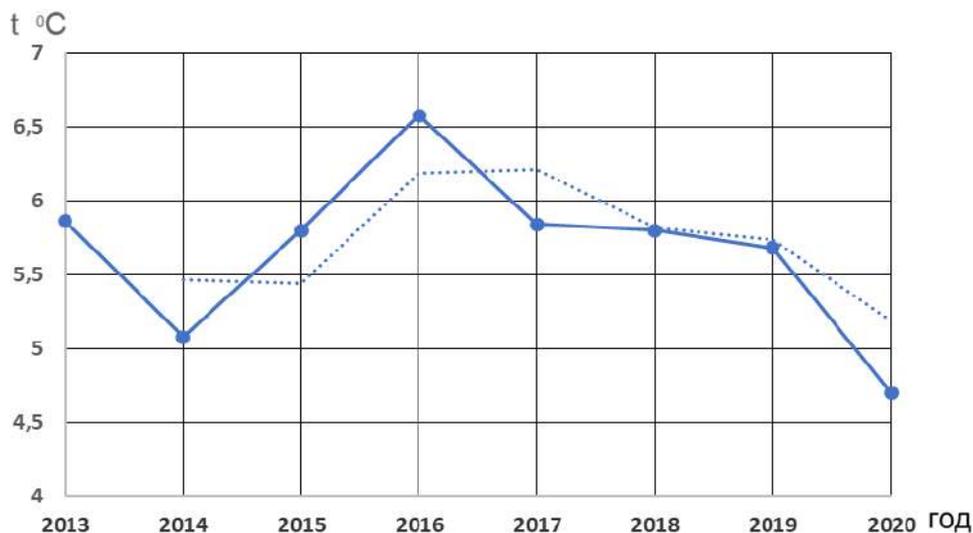


Рис. 6. Среднегодовые значения температуры воздуха

Fig. 6. Average annual values of air temperature

Из рисунка 6 можно заметить, что самая высокая среднегодовая температура в период 2013-2020 гг. наблюдалась в 2016 году ( $6,6^{\circ}\text{C}$ ). Минимум среднегодовых значений температуры наблюдался в 2020 году и составил  $4,7^{\circ}\text{C}$ . Кроме этого, следует отметить,

что именно в 2020 году наблюдалась самая низкая среднемесячная температура в январе (-7,4°C).

Исходя из вышеизложенного, влияние метеорологических величин на отдельные части телескопа и на качество наблюдений отображено в таблице 3.

Таблица 3

**Диапазоны значений избранных метеорологических величин, благоприятных для проведения астрономических наблюдений на Майданакской высокогорной обсерватории**

Table 3

**The range value of the selected meteorological quantities favorable for the provision of astronomical observations at the Maidanak high-altitude observatory**

год	месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2013	T, °C	-5,5	-4,0	1,0	3,2	9,6	15,6	17,78	15,9	14,6	7,1	1,1	-6,0
	Осадки	66,1	4,0	36,8	222,3	15,2	29,4	1,3	14,3	0,6	0,5	1,3	180,5
	f, %	63,2	66,4	69,6	74,6	55,9	35,9	30,9	39,0	27,9	45,2	55,5	70,2
2014	T, °C	-5,0	-8,2	-2,0	3,0	10,7	14,4	17,5	16,4	13,2	5,3	-1,3	-3,0
	осадки	12,6	4,9	13,3	72,9	49,0	9,2	1,4	0,0	0,1	48,5	33,7	0,1
	f, %	71,7	66,5	72,2	71,1	53,9	42,2	29,0	27,8	32,4	55,6	69,3	51,6
2015	T, °C	-4,9	-3,2	-1,2	5,5	10,3	15,6	18,6	15,3	10,3	7,3	-0,1	-3,9
	осадки	1,9	49,3	64,1	46,2	47,7	23,2	149,4	43,1	3,9	26,0	28,2	29,0
	f, %	78,7	84,3	76,5	59,5	49,7	32,3	35,9	34,5	41,9	49,4	65,2	60,7
2016	T, °C	-2,7	-0,7	2,6	4,4	11,3	15,2	16,6	15,7	14,0	5,1	-0,9	-1,6
	осадки	41,8	4,4	372,2	45,6	2,8	0,9	26,9	0,2	0,2	1,6	0,7	24,1
	f, %	61,3	41,4	73,4	71,6	59,4	44,2	38,0	32,9	30,2	52,7	53,3	65,0
2017	T, °C	-6,6	-5,0	-2,0	4,6	12,5	15,5	18,3	15,3	11,9	7,0	2,2	-3,8
	осадки	1,6	23,5	62,4	92,3	11,2	3,3	5,3	0,0	3,5	22,1	0,1	19,8
	f, %	71,3	76,4	69,5	63,0	46,0	36,7	32,5	29,7	34,8	40,0	54,7	53,8
2018	T, °C	-4,4	-3,7	3,0	5,5	8,6	14,3	19,1	15,6	11,5	3,6	-1,2	-2,2
	осадки	22,5	50,1	48,8	35,3	111,0	3,3	50,9	0,2	37,5	17,3	19,8	2,0
	f, %	56,2	66,1	66,4	61,0	57,1	37,5	25,9	32,3	31,1	57,2	73,2	57,4
2019	T, °C	-5,1	-5,8	-0,9	4,6	10,1	12,1	19,9	16,0	12,6	6,0	1,0	-2,4
	осадки	10,8	2977,0	54,8	168,7	37,5	48,7	18,0	0,7	9,4	28,6	24,7	0,1
	f, %	72,6	77,3	76,1	78,3	51,2	48,0	28,5	30,8	33,4	51,5	55,5	60,0
2020	T, °C	-7,4	-2,2	0,2	4,3	9,5	14,5	16,2	15,1	9,7	3,8	-1,3	-5,6
	осадки	0,2	8,3	81,4	170,4	105,2	6,7	8,7	6,1	4,2	1,0	0,0	0,8
	f, %	71,6	63,3	73,3	74,0	59,0	29,2	34,7	40,0	33,9	42,5	47,0	72,3

Примечание: T – температура воздуха, осадки – мм, f – относительная влажность воздуха.

Note: T – air temperature, precipitation – mm, f – relative air humidity

В таблице представлены диапазоны метеорологических величин, благоприятные для астрономических наблюдений на Майданакской высокогорной обсерватории в любой месяц года. Учитываются три основные метеорологические величины: температура воздуха, относительная влажность воздуха и осадки, которые больше всего влияют на оптические части телескопа и на качество наблюдений в целом. В случае, если температура воздуха больше 0°C, относительная влажность воздуха меньше 60% и количества месячных осадков меньше 100 мм, то в эти месяцы (зелёный цвет) наиболее вероятно, что будут благоприятные погодные условия для астрономических наблюдений. Самые благоприятные погодные условия наблюдаются почти без перерыва, начиная с апреля по ноябрь.

**Обсуждение.** Рассмотрим влияния метеорологических величин на процесс астрономических измерений.

Повышение относительной влажности воздуха выше критического значения снижает атмосферное пропускание, что отрицательно влияет на качество астрономических наблюдений. Рассеяние, поглощение и переизлучение света взвешенными частицами водяного пара увеличивают яркость неба ночью в ближнем инфракрасном диапазоне. Более того, повышение относительной влажности увеличивает вероятность конденсации водяного пара над оптическими частями телескопа, что может вызвать окисление, выщелачивание и возможное расслоение оптических покрытий [Eliza et al., 2006]. Температура не имеет прямого влияния на астрономические наблюдения, но пространственный и временной градиент температуры играет важную роль в образовании и усилении атмосферной турбулентности, которая ухудшает качество изображения. Когда температура воздуха приближается к температуре точки росы, то на любой твердой поверхности могут образовываться твердые (иней) или жидкие (роса) отложения водяного пара, что представляет опасность для оптики телескопа. Осадки оказывают противоречивое влияние на астрономические наблюдения. В периоды выпадения осадков невозможно проводить какие-либо астрономические наблюдения, но, в тоже время, осадки освобождают воздух от любых взвешенных аэрозолей. Поэтому, после выпадения дождя, когда все облака рассеиваются и погода становится стабильной, возникают наилучшие условия для наблюдения [Eliza et al., 2006; Sayed, 2017].

**Заключение.** С помощью открытого доступа к базе данных [Система ...] для станции, находящейся на Майданаке, выполнен статистический анализ некоторых метеорологических величин (температура воздуха, относительная влажность воздуха, осадки) для периода 2013-2020 гг. Среднемесячные значения относительной влажности воздуха показывают, что в 2015 году в холодное полугодие относительная влажность достигает максимальных значений. В холодное полугодие самые низкие значения относительной влажности наблюдаются в феврале 2016 года (41,4%), а самые высокие значения (73,4%) – в марте 2016 года. Самая высокая среднегодовая температура в период 2013-2020 гг. наблюдалась в 2016 году (6,6°C). Минимум среднегодовых значений температуры наблюдался в 2020 году и составил 4,7°C. Исходя из полученных результатов, составлена таблица, в которой приведены диапазоны метеорологических величин для различных месяцев года, благоприятных для астрономических наблюдений на Майданакской высокогорной обсерватории. Эти данные построены на среднемесячных и годовых значениях температуры, относительной влажности, осадков. В развитии этой работы важно определить повторяемость этих значений по возможности.

**Вклад авторов.** **Ф.А. Арипджанова:** Сбор данных, обработка, анализ, написание текста, оформление. **Ю.А. Тиллаев:** Методология, анализ, проверка, написание текста, руководство. **Ю.В. Петров:** Проверка, написание текста, руководство. **Х.Т. Эгамбердиев:** Анализ, написание текста. Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

## ЛИТЕРАТУРА

Тиллаев, Ю., Соловейчик А., Булгакова Д., Семакова Э. Оценка вертикального профиля некоторых метеорологических параметров над Майданакской астрономической обсерваторией // Узбекский физический журнал, 22(5), 2020, 264–274. <https://doi.org/10.52304/v22i5.190>

Antier S., Agayeva S., Aivazyan V., Alishov S.,... Tillayev Y, Turpin D, A de Ugarte Postigo, Vachier F., Vardosanidze M., Vasylenko V., Vidadi Z., Wang X.F., Wang C.J., Wei J., Yan S.Y., Zhang J. C., Zhang J. J., Zhang X. H. The first six months of the Advanced LIGO's and Advanced Virgo's third

observing run with GRANDMA // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 492, Issue 3, March 2020, Pages 3904–3927, <https://doi.org/10.1093/mnras/stz3142>

Beniston M., Huber U., Bugmann H. and Reasoner M. The risks associated with climatic change in mountain regions. In: *an overview of current knowledge* // Springer, Dordrecht, 2005, pp 511-520.

Eliza S., Bradley, L at all. Characterization of Meteorological and Seeing Conditions at Haleakala // Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 118, No. 839 (January 2006), pp. 172-182.

Immerzel W.W., Van Beek L.P.H., Bierkens M.F.P. Climate Change will affect the Asian Water Towers // Science 328:5984, 1., 2010. 382-1385

Sayed A. M. Atmospheric conditions affecting seeing at St. Catherine: Estimation of operational time for NRIAG new telescope NRIAG // Journal of Astronomy and Geophysics, Volume 6, Issue 1, June 2017, Pages 5-18

Tillayev Y., Azimov A., Hafizov A. Astronomical Seeing at Maidanak Observatory during the Year 2018 // Galaxies 2021, 9, 38. <https://doi.org/10.3390/galaxies9020038>

Zech C., Schöne T., Illigner J., Stolarczuk N., Queißer T., Köppl M., Thoss H., Zubovich A., Sharshabaev A., Zakhidov K., Toshpulatov K., Tillayev Y., Olimov S., Paiman Z., Unger-Shayesteh K., Gafurov A., and Moldobekov, B. Hydrometeorological data from a Remotely Operated Multi-Parameter Station network in Central Asia // Earth Syst. Sci. Data, 13, 1289–1306, <https://doi.org/10.5194/essd-13-1289-2021>, 2021.

Электронные ресурсы:

Система хранения сенсорных данных. [sdss.caiag.kg/sdss/index.php?&page=measure\\_page](https://sdss.caiag.kg/sdss/index.php?&page=measure_page)

## МАЙДАНАК БАЛАНД ТОҒ ОБСЕРВАТОРИЯСИДА ТАНЛАНГАН МЕТЕОРОЛОГИК КАТТАЛИКЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ

Ф.А. АРИПДЖАНОВА<sup>1</sup>, Ю.А. ТИЛЛАЕВ<sup>2</sup>, Ю.В. ПЕТРОВ<sup>3</sup>, Х.Т. ЭГАМБЕРДИЕВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, [zf\\_88@mail.ru](mailto:zf_88@mail.ru)

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Астрономия институти, [yusuf@astrin.uz](mailto:yusuf@astrin.uz)

<sup>3</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, [yuvpet@mail.ru](mailto:yuvpet@mail.ru), [ext1961@mail.ru](mailto:ext1961@mail.ru)

**Аннотация.** *Майданак астрономик обсерваторияси ҳудудида астрономик телескопларнинг ишлаш самарадорлигига таъсир этиши мумкин бўлган асосий метеорологик катталикларнинг чегаравий қатламдаги қийматлари тадқиқ этилди. Астрономик кузатишлар сифатига энг катта таъсир кўрсатувчи учта асосий метеорологик катталиклар – ҳаво ҳарорати, ҳаво нисбий намлиги ва ёгинлар миқдорининг ўзгариш диапазонлари аниқланди. Майданак баланд тоғ обсерваториясида астрономик кузатувлар учун қулай метеорологик шароитлар баҳоланди. Ҳаво ҳарорати 0°C дан юқори, нисбий намлик 60% дан кичик ва ойлик ёгинлар миқдори 100 мм дан кам бўлган шароитлар қулайлик мезонлари бўлиб хизмат қилди. Тадқиқот натижалари майдан ноябрғача бўлган даврда астрономик кузатувлар учун энг қулай об-ҳаво шароитлари юзага келишини кўрсатди.*

**Калит сўзлар:** *метеорологик шароитлар, ҳаво ҳарорати, нисбий намлик, ёгинлар, Майданак обсерваторияси, астрономик кузатувлар.*

## CHANGES IN THE SELECTED METEOROLOGICAL PARAMETERS AT THE MAIDANAK HIGH ALTITUDE OBSERVATORY

F.A. ARIPDJANOVA<sup>1</sup>, Yu.A. TILLAIEV<sup>2</sup>, Yu.V. PETROV<sup>3</sup>, Kh.T. EGAMBERDIEV<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, [zf\\_88@mail.ru](mailto:zf_88@mail.ru)

<sup>2</sup> Astronomical Institute of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, [yusuf@astrin.uz](mailto:yusuf@astrin.uz)

<sup>3</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, [yuvpet@mail.ru](mailto:yuvpet@mail.ru), [ext1961@mail.ru](mailto:ext1961@mail.ru)

**Abstract.** *The main meteorological parameters in the surface layer of the Maidanak Astronomical Observatory have been studied, which can affect the effectiveness of astronomical telescopes. The ranges of three main meteorological values are presented – air temperature, relative humidity and precipitation, which most affect the quality of astronomical observations. Favorable meteorological conditions for astronomical observations at the Maidanak high altitude observatory were revealed. The favorability criteria are the following conditions – air temperature above 0°C, relative humidity less than 60% and monthly precipitation less than 100 mm. The results of the study showed that the most favorable weather conditions for astronomical observations are established from May to November.*

**Keywords:** *meteorological factors, astronomical observations, meteorological quantities, air temperature, relative humidity, precipitation*

## REFERENCES

*Tillayev Y., Soloveychik A., Bulgakova D., Semakova E. Otsenka vertikalnogo profilya nekotoryx meteorologicheskix parametrov nad Maydanakskoy astronomicheskoy observatoriyey [Assessment of the vertical profile of some meteorological parameters over the Maidanak Astronomical Observatory] // Uzbekskiy fizicheskiy jurnal, 22(5), 2020, 264–274. <https://doi.org/10.52304/.v22i5.190> (in Russian)*

*Electronic resources:*

Sensor data storage system. [sdss.caiag.kg/sdss/index.php?&page=measure\\_page](https://sdss.caiag.kg/sdss/index.php?&page=measure_page)

## ГИДРОЛОГИЯ

## HYDROLOGY

УДК: 556.55

### КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ УЗБЕКИСТАНА

Б.К. ЦАРЁВ<sup>1</sup>, Д.К. ЭШМУРАТОВ<sup>1</sup>, К.В. ДЕРГАЧЁВ<sup>1</sup>, И.В. ДЕРГАЧЁВА<sup>1\*</sup>,  
Г.Ш. ЭШМУРАТОВА<sup>2</sup>, Г.М. ХАМДАМОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, eshmuratovd@gmail.com, dergacheva\_iv@mail.ru

<sup>2</sup> Акционерное общество Гидропроект

**Аннотация.** Данная статья посвящена вопросам классификации водохранилищ Узбекистана по ряду характерных показателей. Приведенная в статье классификация водохранилищ Узбекистана по качественным и количественным показателям позволяет более обоснованно сформулировать задачи практического применения исследуемых водоемов, в частности, объективно обосновать технологию использования воды и режима эксплуатации водохранилища. Обобщенная и систематизированная информация о водохранилищах позволит более эффективно бороться с наводнениями и засухами, оптимизировать производство электроэнергии, развивать ирригацию для нужд сельского хозяйства, обеспечить население питьевой и бытовой водой, улучшить водоснабжение промышленных объектов и решить вопросы охраны окружающей среды.

**Ключевые слова:** водохранилища, классификация, генезис, территориальное распределение, типы регулирования.

**Введение.** Роль плотин и водохранилищ в устойчивом развитии не раз подчеркивалась в различных декларациях: Декларации международного саммита по устойчивому развитию, Пекинской декларации по гидроэнергетике и устойчивому развитию, Министерских декларациях пятого и шестого Всемирных водных форумов.

Согласно проведенному исследованию в Узбекистане насчитывается 56 действующих водохранилищ. Все они существенно отличаются друг от друга по емкости, площади акватории, другим показателям, назначению, условиям эксплуатации, динамике изменения накопленной водной массы, по гидрологическому режиму.

Одной из актуальных гидрологических задач является классификация водохранилищ по ряду характерных показателей и определение места конкретного водохранилища среди других. Решение данной задачи сопряжено с определенными трудностями, в первую очередь с отсутствием однородной сводной информации. Нет паспортизации водохранилищ в унифицированной форме. Кроме того, на современном уровне развития исследований необходимо, если это возможно, перейти от традиционной табличной или графической формы представления информации к аналитическим зависимостям, что позволит при совершенствовании мониторинга состояния водохранилищ применять математические методы для расчета различных показателей.

Фундаментальная (универсальная) классификация водохранилищ мира не создана, так как она требует одновременного учета природных, технических, экономических, социальных, экологических и природно-хозяйственных условий самых разных регионов. В

\* Ответственный автор: dergacheva\_iv@mail.ru, тел.: +998 99 328 37 39

связи с этим, целесообразно выполнение классификации водохранилищ для конкретного региона или страны по отдельным показателям (параметрам) [Авакян и др., 1987].

В данной статье приводятся данные по классификации водохранилищ Узбекистана **в целях** расширения знаний о характерных свойствах этих водных объектов и о закономерностях изменения их свойств от класса к классу.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования являются водохранилища – географически динамичные природно-технические объекты, созданные и управляемые человеком для социально-экономического развития: ирригации, энергетики, рекреации и других разнообразных целей, главная из которых – регулирование стока и борьба с наводнениями или селепроявлениями. Предметом исследования является классификация водохранилищ по различным критериям.

**Методы исследования.** Эвристический анализ различной разнородной информации о характеристиках водохранилищах, статистический анализ режима притоков и оттоков, обобщение количественных показателей и формирование электронного архива данных. Применение космической информации в виде изображений акваторий водохранилищ в различные сроки, сопоставление и анализ изображений с наземными данными.

Основу **исходных данных** и картографической информации составляют опубликованные и утвержденные тематические карты, спутниковые снимки, материалы наблюдений, проводимых в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте, Узгидромете и Минводхозе.

**Основная часть.** Для анализа информации по водохранилищам Узбекистана и их систематизации в данной части приведены некоторые виды классификации, ориентируясь на работу, в которой они приведены с примерами по водохранилищам мира.

**Классификация по объему ( $W$ ) и площади водного зеркала ( $F$ )** Авакяна А.Б. и Шарапова В.А. определяет степень влияния водохранилища на природную среду (табл. 1).

**Классификация водохранилищ по максимальной и средней глубине** Фортунатова М.А. (табл. 2) [Никитин А.М., 1991].

Таблица 1

**Классификация водохранилищ по объёму и площади водного зеркала  
(Авакян А.Б. и Шарапов В.А.)**

Table 1

**Classification of reservoirs by volume and area of the water surface  
(Avakyan A.B. and Sharapov V.A.)**

Класс	Крупнейшие	Очень крупные	Крупные	Средние	Небольшие	Малые
$W, \text{ км}^3$	>50	10 ÷ 50	1 ÷ 10	0,1 ÷ 1,0	0,01 ÷ 0,1	< 0,01
$F, \text{ км}^2$	>5000	500 ÷ 5000	100 ÷ 500	20 ÷ 100	2 ÷ 20	< 2

Таблица 2

**Классификация водохранилищ по максимальной и средней глубине  
(Фортунатов М.А.)**

Table 2

**Classification of reservoirs by maximum and average depth (Fortunatov M.A.)**

Класс	Исключительно глубокие	Очень глубокие	Глубокие	Средней глубины	Неглубокие	Мелководные
$h_{\text{max}}, \text{ м}$	>200	100 ÷ 200	50 ÷ 99	20 ÷ 49	10 ÷ 19	< 10
$h_{\text{cp}}, \text{ м}$	>60	30 ÷ 60	15 ÷ 29	7 ÷ 14	3 ÷ 6	< 3

**Классификация по генезису** включает 7 классов: речные долинные, наливные, смешанный тип наливные-долинные, озерные водохранилища, приморские (отчлененные от моря с опреснением вод или без опреснения), временных водотоков и коллекторные. Эти классы определяют особенности гидрологического, гидрохимического и биологического режима водохранилища [Ирригация Узбекистана, 1975, 1979]. Тип класса легко устанавливается по схематической конфигурации акватории водохранилища в плане.

**Классификации по конфигурации** используют разные численные показатели формы водного зеркала, которые даются при НПУ (нормальном подпорном уровне) и при УМО (уровне мертвого объема). В целом объекты распределяются на 4 класса: русловые или пойменные, долинные, озеровидные и сложной конфигурации. Чем больше значение показателя развития береговой линии ( $\mu$ ), тем лучше для развития зон рекреации.

**Классификация по характеру регулирования речного стока** (табл. 3). Водоохранилища, разных классов по-разному, но существенно влияют на режим естественного стока.

Таблица 3

### Классификация водохранилищ по характеру регулирования речного стока

Table 3

#### Classification of reservoirs by the nature of river flow regulation

Класс	Тип регулирования	Особенности
1	Многолетнее	Существенный забор стока в многоводные годы и большая сработка в годы малой водности
2	Сезонное	Для целей ирригации: аккумуляция воды в периоды многоводья (паводки), сработка в маловодные сезоны
3	Месячное, недельное, суточное	Для энергетических целей: увеличивается неравномерность стока по сравнению с естественным режимом стока

**Классификация по глубине сработки** уровня водохранилища (табл. 4). Величина сработки  $\Delta H$  существенно влияет на биологические процессы в водоеме. Кроме того, чем больше величина сработки, тем хуже для развития рекреационных зон по берегам водохранилищ [Никитин А.М., 1991].

Таблица 4

### Классификация водохранилищ по глубине сработки уровня водохранилища

Table 4

#### Classification of reservoirs by the depth of the reservoir level drawdown

Класс	Исключительно большая	Очень большая	Большая	Средняя	Небольшая	Малая
$\Delta H$ , м	>100	31 ÷ 100	11 ÷ 30	3 ÷ 10	1 ÷ 3	<1

Например, Чарвакское водохранилище в Узбекистане по величине сработки относится ко 2-му классу (очень большая).

**Классификация по химическому составу вод** Алекина О.А. (табл. 5). Классификация Алекина сочетает принцип деления по преобладающим ионам и по соотношению между ними. За основу взято шесть главных ионов, содержание которых выражено в миллиграмм-эквивалентах [Алекин О.А., 1946].

Таблица 5

**Классификация водохранилищ по химическому составу вод (Алекин О.А.)**

Table 5

**Classification of reservoirs by the chemical composition of waters (Alekin O.A.)**

Класс	Пресные	Солоноватые	Солёные	Рассолы
Минерализация, $\mu$ , г/л	< 1,0	1 ÷ 25	25 ÷ 50	> 50

**Классификация по географическому положению** (табл. 6) характеризует, в основном, высотное расположение водохранилища ( $Z$ ), которое в определенной степени обуславливает и глубину ( $h$ ), и значение обычной сработки уровня ( $\Delta H$ ), а также величину изменения площади водного зеркала при единичном изменении уровня воды ( $dF/dH$ ).

Таблица 6

**Классификация водохранилищ по географическому положению**

Table 6

**Geographical classification of reservoirs**

Класс	Равнинные	Предгорные	Горные	Высокогорные
$Z$ , м (абс.)	<700	700 ÷ 1200	1200 ÷ 2000	>2000
$h_{\max}$ , м	<25	70 ÷ 100	>100	> 100 ÷ 200
$h_{\text{ср}}$ , м	5 ÷ 9	30 ÷ 35		
$\Delta H$ , м	2 ÷ 7	10 ÷ 20	50 ÷ 100	
$dF/dH$	Повышенные значения. Подтопление и переработка берегов. Ограничение хозяйственного освоения береговых территорий	Средние значения. Слабая переработка берегов. Хозяйственное освоение берегов затруднено	Малые значения. Переработки берегов почти нет. Заиление чаши водохранилища	

Есть и другие виды классификации, характеризующие гидрохимический режим вод, но обычно они рассматриваются как дополнительные. Среди них отметим следующие:

- по соотношению между главными группами ионов;
- по содержанию органических веществ;
- по цвету;
- по цветности (интенсивности окраса);
- по прозрачности (мутности);
- по критериям эвтрофности (процесс, нарушающий водную экосистему) различают 6 типов: дистрофные, олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, политрофные и гипертрофные.

**Классификации по качеству воды** оценивают сапробность, характеризующую видовой состав живых организмов вод, бактерии, планктон, бентос. Выделяются олигасапробные (чистые), альфа и бета сапробные (слабое и среднее загрязнение) и полисапробные (сильное загрязнение). Степень загрязнения воды возрастает с ростом номера класса: 1 – очень чистая; 2 – чистая; 3 – незначительно загрязненная; 4 – загрязненная; 5 – сильно загрязненная; 6 – очень грязная.

Анализ приведенного выше обзора классификаций приводит к выводу о необходимости разработки унифицированной формы паспорта водохранилищ по целому ряду признаков.

**Основные результаты:** В настоящее время в Узбекистане насчитывается 56 действующих водохранилищ (рис. 1). Продолжается строительство новых, относительно небольших по размерам водохранилищ. Наибольшее число действующих водохранилищ приходится на территорию Кашкадарьинской области на юге Узбекистана, затем суммарно в областях Ферганской долины [Географический ..., 2016].

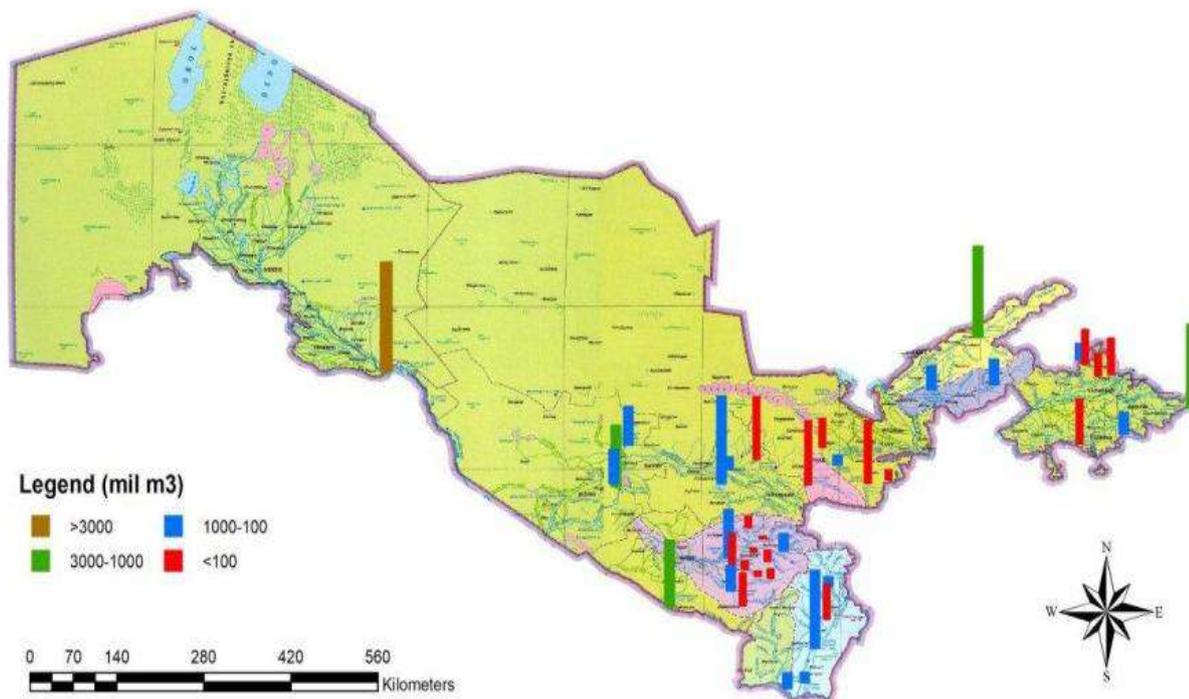


Рис. 1. Расположение водохранилищ на территории Узбекистана

Fig. 1. The location of reservoirs in the territory of Uzbekistan

В рамках исследования, проведенного в Лаборатории региональных проектов Отдела гляциологии НИГМИ был сформирован паспорт водохранилища, включающий семь основных групп показателей:

Группа 1 – Качественные показатели и характеристики (8)

Группа 2 – Морфометрические характеристики (19)

Группа 3 – Расчетные количественные показатели (14)

Группа 4 – Графические связи между показателями (10)

Группа 5 – Гидрологические характеристики (2)

Группа 6 – Картографическое представление объекта (2)

Группа 7 – Космическая информация (набор снимков из космоса)

Для каждой группы определен небольшой набор показателей, а для всех групп суммарно число показателей оказалось более 55-ти. Далее приведем пример для Тюябугузского водохранилища (Ташкентское море).

Как видно из рисунка 2, большинство водохранилищ Узбекистана – 61% построены в период Советского Союза, более 30 лет назад, Тюябугузское водохранилище относится к 22%-й группе старейших водохранилищ.

По величине площади водного зеркала водохранилища, расположенные на территории Республики Узбекистан, подразделяются на пять классов от малых до средних (рис. 3), наибольшее число (34%) водохранилищ имеют акваторию от 2 до 10 км<sup>2</sup>. Туюбугузское водохранилище занимает третье место в Узбекистане по величине площади водного зеркала (64 км<sup>2</sup>). Самым крупным водным хозяйственным объектом в Узбекистане является Туямуонская гидроэлектростанция, представляющая собой систему из четырех взаимосвязанных водохранилищ и каналов на нижнем течении реки Амударьи, площадь водного зеркала всех четырех водохранилищ составляет 790 км<sup>2</sup> [CA Water-info]. В данной работе использованы данные только по Туямуонскому русловому водохранилищу. Поэтому самое крупное водохранилище, которое рассматривается в нашей работе – Каттакурганское с площадью водного зеркала 79,5 км<sup>2</sup>, по классификации Авакяна А.Б. и Шарапова В.А. относится к средним.

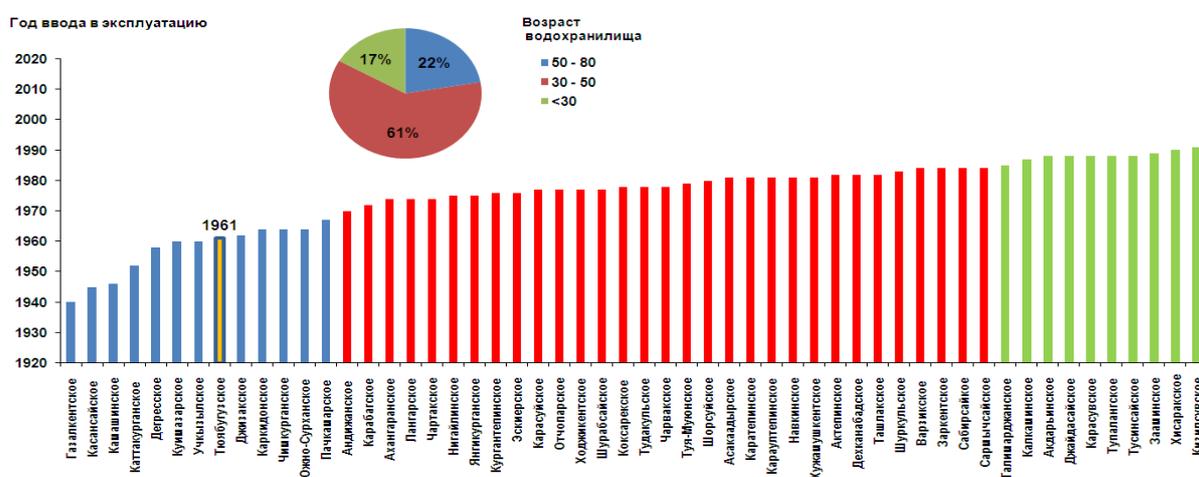


Рис. 2. Распределение водохранилищ Узбекистана по году ввода в эксплуатацию

Fig. 2. Distribution of reservoirs in Uzbekistan by year of commissioning

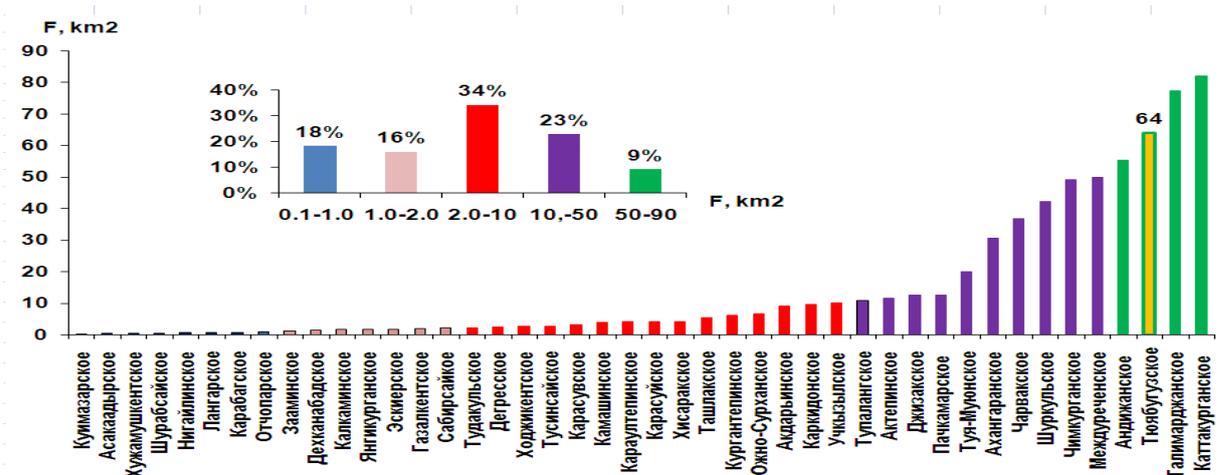


Рис. 3. Распределение водохранилищ Узбекистана по величине площади водного зеркала

Fig. 3. Distribution of reservoirs in Uzbekistan by size of water surface area

Тюябугузское водохранилище входит в третью группу по полному объему (рис. 4) и, таким образом, близко к средней величине, а по величине полезного объема в пятую группу (рис. 5), близко к средней величине по всем водохранилищам (200 млн. м<sup>3</sup>). Тюябугузское водохранилище имеет высоту плотины несколько ниже средней высоты плотин (43.5 м) водохранилищ Узбекистана (рис. 6) [Казаков и др., 1973].

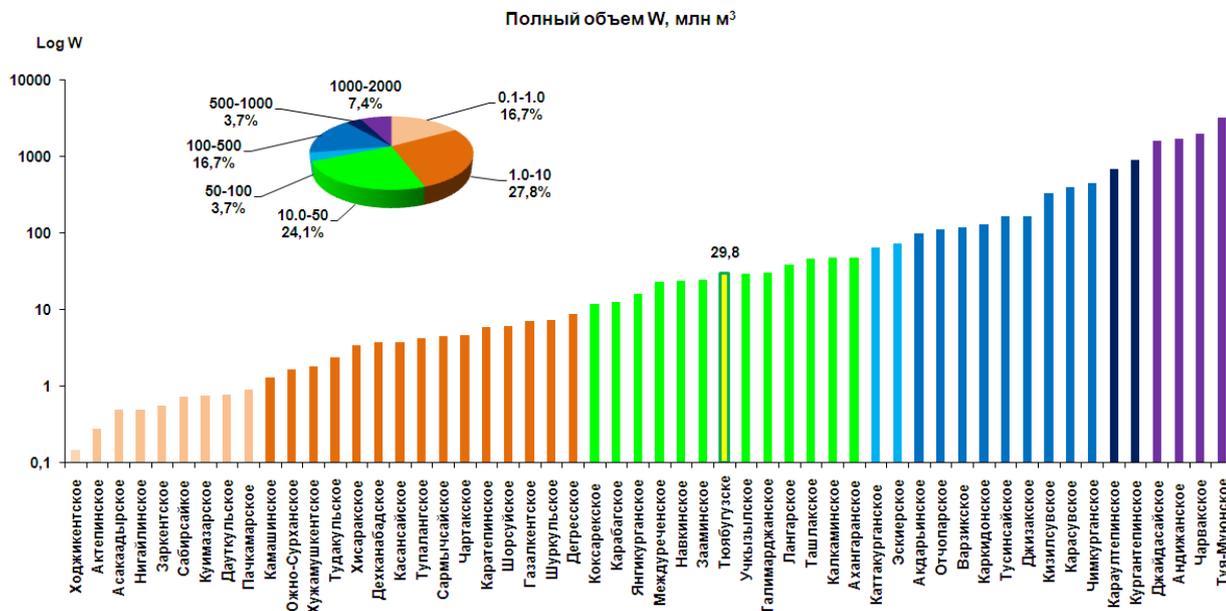


Рис. 4. Распределение водохранилищ Узбекистана по величине полного объема

Fig. 4. Distribution of reservoirs in Uzbekistan by total volume

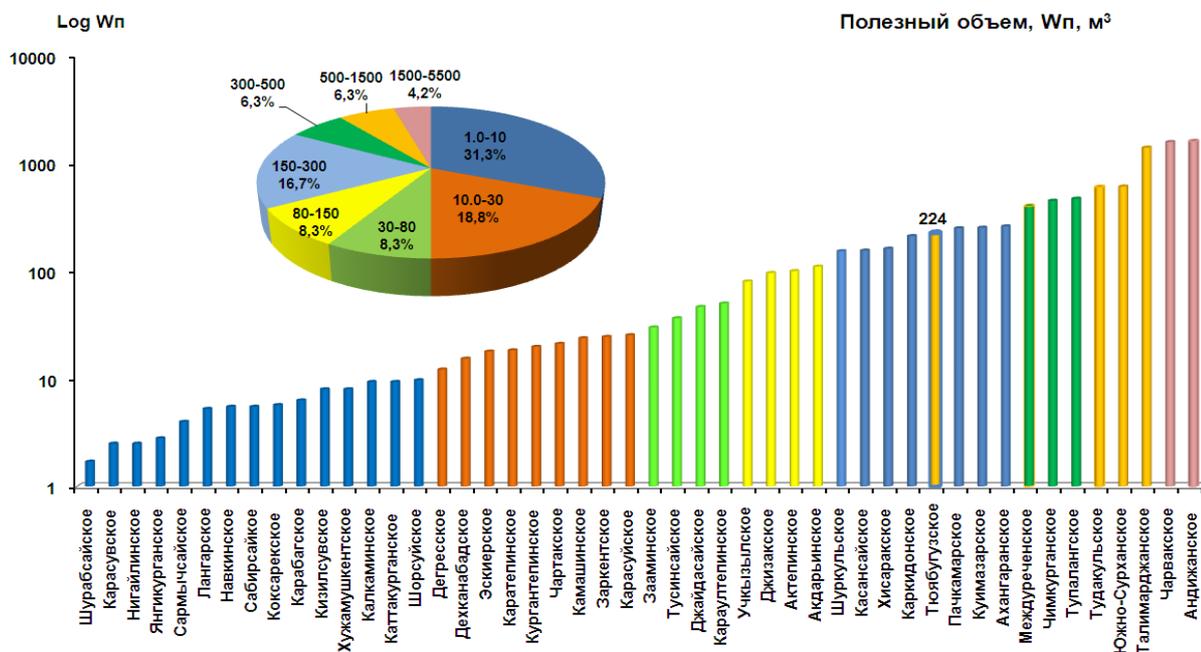


Рис. 5. Распределение водохранилищ Узбекистана по величине полезного объема

Fig. 5. Distribution of reservoirs in Uzbekistan in terms of useful volume

По главному назначению и эксплуатационному режиму водохранилища в Узбекистане, в основном, ирригационные (И), затем энергетического режима (Э). Некоторые водохранилища используются также комплексно, включая рекреационное назначение (Р).

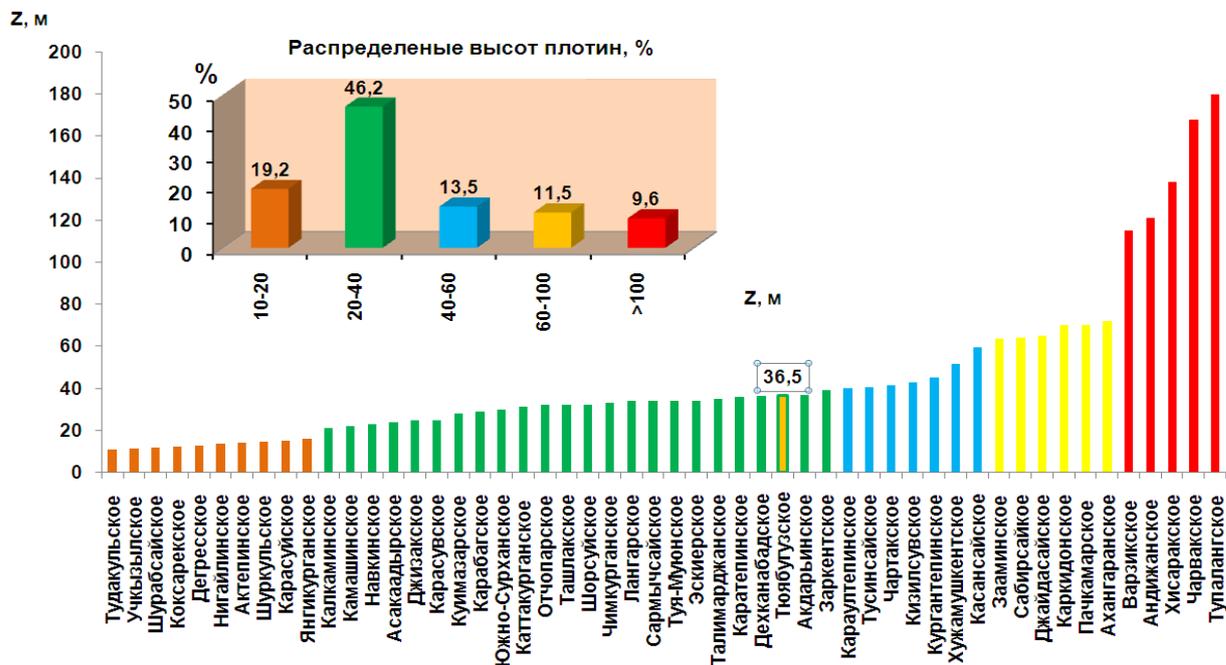


Рис. 6. Распределение водохранилищ Узбекистана по высоте плотины

Fig. 6. Distribution of reservoirs in Uzbekistan along the height of the dam

**Обсуждение.** Классификация любых природных объектов не является самоцелью. Классификация необходима, так как она выполняется в целях расширения наших знаний о характерных свойствах объектов изучения (водохранилищ) и о закономерностях изменения этих свойств от класса к классу. Таким образом, классификация водохранилищ – это система распределения этих водоемов по классам соответствии с их отличительными признаками и количественными показателями. Классификация объектов по различным качественным и количественным показателям позволяет более обоснованно сформировать задачи практического применения исследуемых водоемов и, в частности, объективно обосновать технологию использованию воды и режима работы водохранилища [Авакян и др., 1987]. При классификации водохранилищ мира разные исследователи рассматривали обычно какой-либо один показатель (реже 2 или 3) и выделяли классы по количественному критерию, давая качественную оценку влияния выделенного класса на природную среду.

В данной работе приведены некоторые результаты обобщения накопленной за весь период наблюдений информации о водохранилищах, расположенных на территории Республики Узбекистан. Итогом многолетней работы стала паспортизация водохранилищ Узбекистана в унифицированной форме.

**Выводы.** Успешное развитие экономики Республики Узбекистан находится в прямой зависимости от водных ресурсов страны. Особенно это относится к сельскому хозяйству, нормальное развитие которого невозможно без использования вод, аккумулированных в водохранилищах, эффективного управления этими водными ресурсами. В работе каталогизировано 56 действующих на территории Узбекистана

водохранилищ, которые существенно различаются друг от друга по емкости, площади водного зеркала, другим морфометрическим показателям, а также назначению, условиям эксплуатации, динамике изменения накопленной водной массы, по гидрологическому и гидрохимическому режимам. За последние годы были построены новые, в основном, небольшие водохранилища, гидрологический режим которых изучен недостаточно. Гидрологические наблюдения выполнялись только на некоторых водохранилищах (озерные станции). В связи с этим, задача обобщения всей совокупности накопленной к настоящему времени разнородной информации о характеристиках водохранилищ Узбекистана, их паспортизации в унифицированной форме, создание кадастра, частично описанная в данной работе, является актуальной и требующей дальнейшего изучения.

**Вклад авторов.** **Б.К. Царёв:** Методология, анализ, проверка, написание текста, руководство. **И.В. Дергачёва:** Концептуализация, анализ, написание текста, оформление, руководство. **Д.К. Эшмуратов:** Анализ, написание текста. **Г.Ш. Эшмуратова, К.В. Дергачёв, Г.М. Хамдамова:** Сбор данных, обработка, анализ, оформление. Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

## ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шаранов В.А. Водохранилища. – М.: «Мысль», 1987. – 325 с.
- Алекин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод. Труды НИУ ГУГМС, серия IV, вып. 32. – Л: Гидрометеоздат, 1946. – 158 с.
- Географический Атлас Узбекистана. Государственный комитет по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру Республики Узбекистан. – Ташкент, 2016. – 117 с.
- Ирригация Узбекистана (том II). Современное состояние и перспективы развития ирригации в бассейне р. Сырдарьи. – Ташкент, 1975. – 63 с.
- Ирригация Узбекистана (том III). Современное состояние и перспективы развития ирригации в бассейне р. Амударьи. Ташкент, 1979. – 102 с.
- Казаков К.К., Хамраев Н.Р., Дианов В.Г. Плотины Средней Азии. Ташкент, 1973. – 191 с.
- Никитин А.М. Гидрометеорологический режим водохранилищ СССР. Водохранилища Средней Азии. – Л: Гидрометеоздат, 1991. – 167 с.
- Электронные ресурсы:  
CA Water-Info. URL:<http://www.cawater-info.net.html>

## ЎЗБЕКИСТОН СУВ ОМБОРЛАРИНИНГ ТАСНИФЛАРИ

**Б.К. ЦАРЁВ<sup>1</sup>, Д.К. ЭШМУРАТОВ<sup>1</sup>, К.В. ДЕРГАЧЁВ<sup>1</sup>, И.В. ДЕРГАЧЁВА<sup>1</sup>,  
Г.Ш. ЭШМУРАТОВА<sup>2</sup>, Г.М. ХАМДАМОВА<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, [eshmuratovd@gmail.com](mailto:eshmuratovd@gmail.com), [dergacheva\\_iv@mail.ru](mailto:dergacheva_iv@mail.ru)

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси “Гидропроект” акциядорлик компанияси

**Аннотация.** Ушбу мақола Ўзбекистондаги сув омборларини бир қатор характерли кўрсаткичларга кўра таснифлашга бағишланган. Мақолада келтирилган Ўзбекистон сув омборларини сифат ва миқдорий кўрсаткичлар бўйича таснифлаш ўрганилаётган сув омборларидан амалда фойдаланиш вазифаларини янада асосланган ҳолда шакллантириши, жумладан, сувдан фойдаланиш технологияси ва сув омборининг ишлаш тартибини объектив асослаш имконини беради. Сув омборлари ҳақидаги умумлаштирилган ва тизимлаштирилган ахборот сув тошқинлари ва қургўқчиликка қарши янада самарали курашиши, электр ишлаб чиқаришини оптималлаштириши, қишлоқ хўжалиги эҳтиёжлари учун сугоришини ривожлантириши,

аҳолини ичимлик ва маиший сув билан таъминлаш, sanoat объектларининг сув таъминотини яхшилаш ва экологик масалаларни ҳал қилиш имконини беради.

**Калит сўзлар:** сув омборлари, тасниф, генезис, ҳудудий тақсимланиш, оқимни бошқариш турлари.

## THE CLASSIFICATION OF RESERVOIRS OF UZBEKISTAN

**B.K. TSAREV<sup>1</sup>, D.K. ESHMURATOV<sup>1</sup>, K.V. DERGACHEV<sup>1</sup>, I.V. DERGACHEVA<sup>1</sup>,  
G.Sh. ESHMURATOVA<sup>2</sup>, G.M. KHAMDAMOVA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, eshmuratovd@gmail.com, dergacheva\_iv@mail.ru

<sup>2</sup> Joint Stock Company Hydroproject

**Abstract.** *This article is devoted to the classification of reservoirs in Uzbekistan by a number of characteristic indicators. The classification of reservoirs in Uzbekistan in terms of qualitative and quantitative indicators given in the article makes it possible to more reasonably form the tasks of the practical application of the studied reservoirs, in particular, to objectively substantiate the technology of water use and the mode of operation of the reservoir. Generalized and systematized information about water reservoirs will make it possible to more effectively combat floods and droughts, optimize electricity production, develop irrigation for agricultural needs, provide the population with drinking and household water, improve water supply to industrial facilities and solve environmental protection issues.*

**Keywords:** *reservoirs, classification, genesis, territorial distribution, types of regulation.*

## REFERENCES

Avakyan A.B., Saltankin A.B., Sharapov V.A. Vodohranilisha [Reservoirs]. – M.: «Misl», 1987. – 25 s. (in Russian)

Alekin O.A. K voprosu o himicheskoi klassifikacii prirodnihi vod [On the question of the chemical classification of natural waters]. Trudi NIU GUGMS, seriya IV, vip. 32. – L: Gidrometizdat, 1946. – 158 s. (in Russian)

Geograficheskii atlas Uzbekistana [Geographic Atlas of Uzbekistan]. Gosudarstvennii komitet po zemelnim resursam, geodezii, kartografii i gosudarstvennomu kadastru Respubliki Uzbekistan. – Tashkent, 2016. – 117 s. (in Uzbek)

Irrigasiya Uzbekistana (Tom II). Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya irrigasii v bassejne r. Sirdarii [Irrigation of Uzbekistan. Volume II. The current state and prospects for the development of irrigation in the Syrdarya river basin]. – Tashkent, 1975. – 63 s. (in Russian)

Irrigasiya Uzbekistana (Tom III). Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya irrigasii v bassejne r. Amudarii [Irrigation of Uzbekistan. Volume III. The current state and prospects for the development of irrigation in the Amudarya river basin]. – Tashkent, 1979. – 102 s. (in Russian)

Kazakov K.K., Khamraev N.R., Dianov V.G. Plotini Sredniy Azii [Dams of Central Asia]. – Tashkent, 1973. – 191 s. (in Russian)

Nikitin A.M. Gidrometeorologicheskii rejim vodohranilish SSSR. Vodohranilisha Srednei Azii [Hydrometeorological regime of reservoirs in the USSR. Reservoirs of Central Asia]. – L: Gidrometizdat, 1991. – 167 s. (in Russian)

*Electronic resources:*

CA Water-Info. URL: <http://www.cawater-info.net.html>

УДК: 551.48(551.482)

**ЎРТА ЗАРАФШОН ҲАВЗАСИ КИЧИК ДАРЁЛАРИ ОҚИМИНИНГ  
ЎЗГАРУВЧАНЛИГИНИ СТАТИСТИК БАҲОЛАШ****Ш.Р. ҒАНИЕВ<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Самарқанд давлат университети, shahobganiyev88@gmail.com

**Аннотация.** Мақолада Ўрта Зарафшон ҳавзасида шаклландиган кичик дарёлар оқимининг ўзгарувчанлиги масалалари кўриб чиқилган. Шу мақсадда Ўрта Зарафшон ҳавзасидаги кичик дарёлар ва сойларда жойлашган 11 та гидрологик постларда кузатилган ўртача ойлик ва йиллик сув сарфлари маълумотларидан фойдаланилган. Дарёлар оқимининг ўзгарувчанлик коэффициенти икки ҳисоб даври учун ҳисобланди. Уларнинг биринчиси базавий иқлимий даврга (1961-1990 йй) тегишли бўлса, иккинчи ҳисоб даври 1991-2018 йиллар ораллигини қамраб олади. Ҳисоблашлар натижаларининг таҳлили асосида вариация коэффициенти ( $C_v$ ) қийматларининг, аксарият ҳолларда, иккинчи ҳисоб даврида биринчисига нисбатан ортаганлиги аниқланди.

**Калит сўзлар:** дарё, дарё ҳавзаси, оқим меъёри, тасодифий миқдорлар қатори, оқимнинг ўзгарувчанлиги, ўзгарувчанлик коэффициенти, статистик баҳолаш.

**Кириш.** Ҳозирги кунда, глобал иқлим ўзгариши жараёни натижасида сайёрамизда, айниқса, унинг арид минтақаларида сув ресурслари тақчиллиги йилдан-йилга кучлироқ сезилмоқда. Ўтган XX асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб, дунё миқёсида иқлим ўзгариши, аниқроғи, илиши кузатилмоқда. Натижада, ҳаво ҳарорати кўтарилиб, бу жараён таъсирида атмосфера ёғинларининг оқим ҳосил қилиш самарадорлиги камайиб бормоқда. Бундай ўзгаришлар Ўрта Осиё минтақасига, шу жумладан, Зарафшон дарёси ҳавзасига ҳам тегишлидир. Айни пайтда, ушбу ўзгаришлар дарёлар оқимининг ўзгарувчанлигига ҳам таъсир қилмоқда [Ҳикматов ва бошқа., 2016].

Ўрта Зарафшон ҳавзаси кичик дарёлари ва сойлари сув ресурсларида фойдаланишни самарали ташкил этишда, улар оқимининг ўзгарувчанлигини баҳолаш долзарб гидрологик масалалардан бири ҳисобланади. Шу туфайли дарёлар оқимининг ўзгарувчанлиги масалалари кўплаб олимларнинг тадқиқотларида кўриб чиқилган. Жумладан, ушбу муаммони Орол денгизи ҳавзаси дарёлари мисолида ўрганишга қаратилган тадқиқотлар К.П.Воскресенский, В.Л.Шульц, О.П.Шеглова, В.Е.Чуб, З.С.Сирлибаева, Ф.Ҳ.Ҳикматов, Л.М.Карандаева, С.А.Ҳайдаров кабилар томонидан бажарилган [Зияев ва бошқа., 2019]. Лекин, ушбу тадқиқотларда дарёлар оқимининг ўзгарувчанлиги масаласи Ўрта Зарафшон ҳавзаси кичик дарёлари ва сойлари мисолида атрофлича ўрганилмаган.

**Ишнинг мақсади ва вазифалари.** Ушбу тадқиқот ишининг асосий мақсади Ўрта Зарафшон ҳавзаси кичик дарёлари ва сойлари ўртача ойлик ва йиллик оқим миқдори ўзгарувчанлигини статистик баҳолаш масалаларига қаратилган. Ишда белгиланган мақсадни амалга оширишда Ўрта Зарафшон ҳавзасига тегишли бўлган дарёлардаги 11 та гидрологик постларда кузатилган кўп йиллик сув сарфлари маълумотларидан фойдаланилди (1-жадвал). Ушбу гидрологик маълумотлар қаторлари бирламчи қайта ишланиб, умумлаштирилди. Умумий кузатишлар қатори иккита даврга, яъни биринчи - базавий иқлимий (1961-1990 йй.) ва иккинчи – 1991-2018 йилларга тегишли бўлган ҳисоб даврларига ажратилди.

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Дарёлар оқими миқдори йиллараро ўзгариб туради, яъни дарёда бир йил сув кўп бўлса, иккинчи йили унга нисбатан камроқ бўлиши мумкин. Бу ўзгаришлар, асосан, иқлимий омилларга, жумладан, ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари миқдорига боғлиқ бўлади. Қайд этиш лозимки, ушбу ўзгаришлар

аниқ бир қонуниятга бўйсунмайди [Воскресенский, 1962; Шикломанов, 1988]. Лекин, ойлик ёки йиллик оқим миқдори, кўп йиллик кузатишлардан ташкил топган қатор учун ҳисобланган, ўртача миқдор атрофида тебраниб туради. Мазкур миқдорий катталикларнинг тебраниш амплитудаси дарёларнинг тўйиниш манбаларига кўра қайси типга мансублигига боғлиқ ҳолда, турли дарёларда турлича қийматларга эга бўлади [Шульц, Машрапов, 1969; Раткович, 1976].

Дарёлар йиллик оқими миқдорининг ўзгарувчанлик, яъни вариация коэффициенти йиллик оқим миқдори ( $Q_i$ , м<sup>3</sup>/с) нинг унинг меъёри ( $Q_0$ , м<sup>3</sup>/с) га нисбатан ўзгариши даражасини характерлайди. У куйидаги ифода ёрдамида ҳисобланади:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n-1}},$$

ушбу ифодада:  $K_i$ - оқимнинг модуль коэффициенти бўлиб, унинг қиймати  $K_i = \frac{Q_i}{Q_0}$  ифода билан ҳисобланади [Расулов ва бошқа., 2003; Ҳикматов, Айтбаев, 2007].

*1-жадвал*

**Ўрта Зарафшон хавзасидаги кичик дарёлар ва сойлар ҳақида маълумот**

*Таблица 1*

**Сведения о малых реках и соях бассейна Среднего Зеравшана**

*Table 1*

**Information on small rivers and creeks in the Middle Zarafshan basin**

№	Дарё – кузатиш пункти	F, км <sup>2</sup>	H, м	Кузатиш йиллари	Q <sub>max</sub> кузатилган ойлар
1	Ургутсой - Ургут ш.	25,1	1710	1949-89, 2006-2018	II-IV
2	Омонқўтонсой - Омонқўтон қ.	57,8	1601	1969-2018	II-VI
3	Оқдарё - Оғалик қ.	70,9	1384	1985-2018	II-V
4	Сазағонсой - Сазағон қ.	26,8	1456	1949-2002	II-V
5	Тегирмонсой - Сағишмон қ.	39,3	1143	1959-1984	III-V
6	Тусунсой - қуйилиши,	1100	939	1938-1962, 1976-2018	III-V
7	Оқтепасой - Оча қ.	43,8	1570	1964-1987, 2000-2018	II-V
8	Қарағачсой - Мавлон қ.	34,7	1257	1978-2018	II-V
9	Кўксаройсой - тоғдан чиқиши	247	1070	1976-1985	II-V
10	Майдонсой - Олмаота қ.	62,5	1138	1983-2002	II-IV
11	Бегларсой – Янги Оқчоб қ.	180	1340	1964-2018	II-V

Тадқиқотнинг дастлабки босқичида ўрганилаётган дарёлардаги ўртача йиллик сув сарфлари юкорида ажратилган ҳисоб даврларига мос бўлган бир хил кузатиш йилларига келтирилди. Бунда қаторларда мавжуд бўлган узилишлар турли усулларни қўллаш асосида тикланди. Шундан сўнг ҳар бир ҳисоб даври ҳамда умумий кузатиш қатори учун ўртача йиллик сув сарфлари ҳисобланди (2-жадвал).

Ушбу жадвалда келтирилганидек, Оқтепасой (Оча қишлоғи) ва Сазағонсой (Сазағон қишлоғи) дарёларида бошқа барча дарёларда ҳисоб даврлари учун аниқланган ўртача кўп йиллик сув сарфлари миқдорлари сезиларли даражада фарқ қилади. Бунинг сабабини улар оқимига йилдан-йилга кучайиб бораётган инсон омили таъсири билан изохлаш мумкин.

## 2-жадвал

Ўрта Зарафшон ҳавзасидаги кичик дарёларнинг ўртача кўп йиллик сув сарфлари

## Таблица 2

Средние многолетние расходы воды малых рек бассейна Среднего Зеравшана

## Table 2

Mean annual water discharges of small rivers of Middle Zarafshan basin

№	Дарё – кузатиш пункти	Q <sub>ўрт</sub> , м <sup>3</sup> /с		
		I	II	III
1	Ургутсой - Ургут ш.	0,395	0,467	0,432
2	Омонқўтонсой - Омонқўтон қ.	0,748	1,029	0,884
3	Оқдарё - Оғалиқ қ.	0,830	0,950	0,875
4	Сазағонсой - Сазағон қ.	0,322	0,364	0,342
5	Тегирмонсой - Сағишмон қ.	0,286	0,353	0,318
6	Тусунсой - қуйилиши,	1,457	1,394	1,427
7	Оқтепасой - Оча қ.	0,303	0,314	0,308
8	Қарағачсой - Мавлон қ.	0,223	0,371	0,298
9	Кўксаройсой - тоғдан чиқиши	0,805	1,00	0,899
10	Майдонсой - Олмаота қ.	0,414	0,600	0,503
11	Бегларсой – Янги Оқчоб қ.	0,492	0,666	0,579

Изоҳ: I - биринчи базавий иқлимий давр(1961-1990 йй.); II - иккинчи ҳисоб даври(1991-2018 йй.); III - умумий ҳисоб даври (1961-2018 йй.)

Ўрта Зарафшон ҳавзасининг ўрганилаётган барча дарёлари ўртача йиллик сув сарфларининг ўзгарувчанлиги статистик баҳоланди. Ҳар бир дарёнинг йиллик оқими катори учун вариация коэффиценти ( $C_v$ ) нинг қийматлари юқорида келтирилган ифода ёрдамида ҳисобланди (3-жадвал).

## 3-жадвал

Ўрта Зарафшон ҳавзаси дарёлари йиллик оқимининг ўзгарувчанлик коэффицентлари ( $C_v$ )

## Таблица 3

Коэффициенты изменчивости ( $C_v$ ) годового стока рек бассейна Среднего Зеравшана

## Table 3

Coefficient of variation ( $C_v$ ) of annual runoff of the rivers of Middle Zarafshan basin

№	Дарё – кузатиш пункти	$C_v^*$	I ҳисоб даври	II ҳисоб даври	III Умумий ҳисоб даври
1	Ургутсой - Ургут ш.	0,531	0,617	0,378	0,500
2	Омонқўтонсой - Омонқўтон қ.	0,588	0,438	0,464	0,484
3	Оқдарё - Оғалиқ қ.	0,523	0,333	0,523	0,477
4	Сазағонсой - Сазағон қ.	0,459	0,550	0,474	0,512
5	Тегирмонсой - Сағишмон қ.	1,64	1,511	0,827	1,157
6	Тусунсой - қуйилиши,	1,02	0,895	0,899	0,888
7	Оқтепасой - Оча қ.	0,797	0,878	0,550	0,725
8	Қарағачсой - Мавлон қ.	0,422	0,581	0,840	0,837
9	Кўксаройсой - тоғдан чиқиши	-	0,609	0,485	0,549
10	Майдонсой - Олмаота қ.	0,746	0,706	0,526	0,627
11	Бегларсой – Янги Оқчоб қ.	0,739	0,822	0,622	0,720

Изоҳ:  $C_v^*$  – В.Е. Чуб (2007) маълумотлари; I, II, III – муаллиф маълумотлари

Вариация коэффициентларнинг биз аниқлаган қийматлари бошқа тадқиқотчиларнинг натижалари билан таққосланди. Маълумки, В.Е. Чубнинг 2007 йилда чоп этилган монографиясида ўзгарувчанлик коэффициенти ( $C_v$ ) Ўрта Зарафшон хавзасидаги барча кичик дарёлари учун ҳисобланган. Унда ўзгарувчанлик коэффициенти энг катта қийматлари Тегирмонсой - Сағишмон қ. ( $C_v=1,64$ ) ва Тусунсой – куйилиши ( $C_v=1,02$ ) каби кичик дарёларга тўғри келган. Аксинча, Сазағонсой ва Қарағачсойларда эса  $C_v < 0,5$  эканлигини кўришимиз мумкин [Чуб, 2007].

Биз бажарган ҳисоблашлар натижаларига кўра ҳам биринчи ҳисоб даври, яъни 1961-1990 йиллар оралиғида ўзгарувчанлик коэффициенти энг катта қиймати Тегирмонсойга ( $C_v=1,511$ ) га тўғри келди. Иккинчи ҳисоб даврида (1991-2018 йй) эса ўзгарувчанлик коэффициенти ҳисобланган қийматлари барча дарёларда  $C_v < 1,0$  шартини бажарди. Ушбу ҳисоб даврида Ургутсой, Тегирмонсой ва Бегларсойларда ўзгарувчанлик коэффициенти қиймати биринчи ҳисоб даврига нибатан камайган. Аксинча, Оқдарё ва Қайрағочсой каби дарёларда ўзгарувчанлик коэффициенти қийматлари биринчи ҳисоб даврига нисбатан ортган.

Ўзгарувчанлик коэффициенти умумий ҳисоб даври, яъни 1961-2018 йиллар учун ҳисобланган қийматларида катта ўзгаришлар кузатилмаган. Ушбу натижалар Ўрта Зарафшон хавзаси кичик дарёлари мисолида ҳар икки ҳисоб давлари учун бажарилган ҳисоблашлар натижалари билан солиштирилди. Ушбу таққослашларнинг кўрсатишича,  $C_v$  нинг қийматлари Тўсинсойда пасайган бўлса, Қайрағочсойда эса бироз катталашган. Бу жараёни Тўсинсойда қурилган сув омборининг таъсири билан изоҳлаш мумкин. Қайрағочсойда эса бу ҳолат унинг оқим ҳосил бўлиш зонасидаги ўзгаришларга боғлиқдир. Ҳисоблашлар натижаларининг таҳлили қолган дарёларда ўзгарувчанлик коэффициенти қийматларининг  $0,477 \div 1,157$  оралиқда ўзгаришини кўрсатди. Умуман олганда, ўзгарувчанлик коэффициентларининг турли муаллифлар томонидан, турли ҳисоб йиллари учун аниқланган қийматлари бир-бирига яқиндир.

Ишда, белгиланган вазибалардан келиб чиққан ҳолда, ўрганилаётган ҳудуд дарёларида тўлинсув давридаги сув кўп бўладиган ойлар оқимининг ўзгарувчанлик коэффициентлари ҳам ҳисобланди (4-жадвал).

*4-жадвал*

**Ўрта Зарафшон хавзаси дарёларида тўлин сув даври ўртача ойлик сув сарфларининг вариация коэффициентлари**

*Таблица 4*

**Коэффициенты вариации средних месячных расходов воды рек бассейна Среднего Зеравшана периода половодья**

*Table 4*

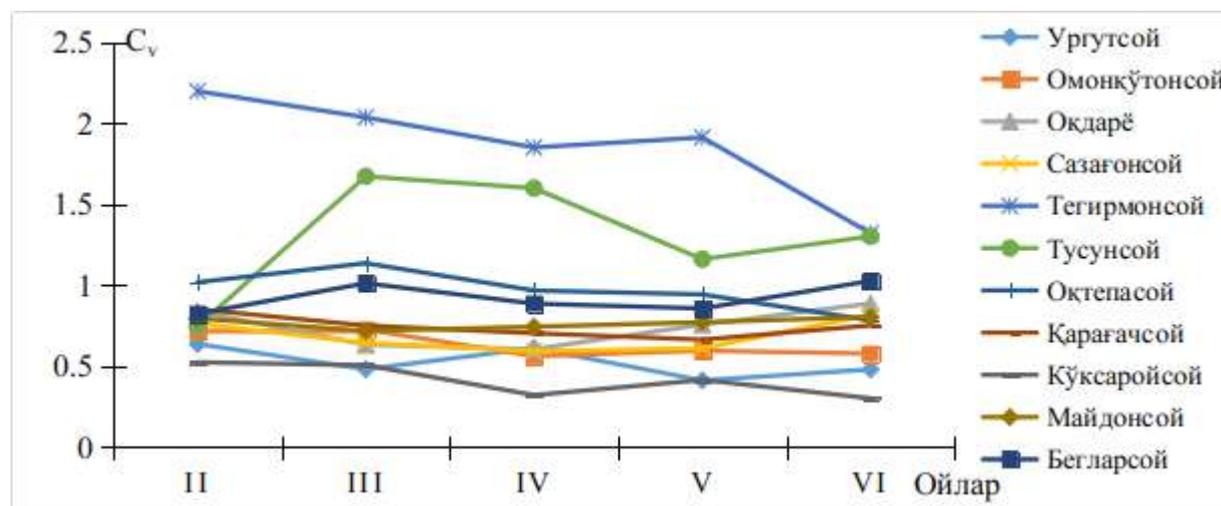
**Coefficients of variation of monthly mean water discharges of rivers of the Middle Zeraвшan basin during the flood period**

№	Ойлар	Вариация коэффициентлари, $C_v$										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Февраль	0,636	0,715	0,837	0,762	2,200	0,745	1,018	0,851	0,523	0,794	0,824
2	Март	0,480	0,725	0,632	0,644	2,038	1,673	1,136	0,750	0,505	0,717	1,012
3	Апрель	0,611	0,561	0,604	0,591	1,852	1,600	0,967	0,703	0,320	0,743	0,886
4	Май	0,411	0,595	0,756	0,610	1,914	1,161	0,943	0,663	0,414	0,771	0,856
5	Июнь	0,479	0,577	0,887	0,817	1,321	1,302	0,782	0,751	0,300	0,803	1,026

*Изоҳ: 1,2,3... сонлари 1-жадвалда кўрсатилган дарёларнинг тартиб рақамларига тўғри келади*

Ўрта Зарафшон хавзаси кичик дарёлари тўлинсув даври ўзгарувчанлик коэффициентлари февраль, март ва апрель ойларида  $0,320 \div 2,200$  оралиқда ўзгарган

(1-расм). Кейинги май ва июнь ойларида  $C_v$  нинг қийматлари пасайган. Лекин, Қайрағочсой ва Майдонсой каби баъзи дарёларда  $C_v$  нинг қийматлари ошган. Бунга, фикримизча, май ва июнь ойларида баъзан кузатиладиган кучли ёғинлар сабаблидир. Ургутсойда вариация коэффициентларининг ўзгариши март ойида бироз пасайиб, апрель ойида яна кўтарилган, Тегирмонсойда ойлар бўйича, яъни февралдан июнь ойлари давомида  $C_v$  нинг қийматлари пасайган.



1- расм. Ўрта Зарафшон ҳавзаси дарёларида тўлинсув даври ўртача ойлик сув сарфларининг вариация коэффициентларининг ўзгариши

Рис. 1 Изменение коэффициентов вариации средних месячных расходов воды рек бассейна Среднего Зеравшана периода половодья

Fig. 1. Changing of coefficient of variation of the monthly mean discharges of rivers of the Middle Zerafshan basin during the flood period

### Хулоса.

1. Ўрта Зарафшон ҳавзасида шаклландиган дарёлар ва сойлар ўртача ойлик ва йиллик оқимларининг йиллараро тебраниши масалалари ўрганилди. Уларнинг ўзгарувчанлиги вариация коэффициентини ҳисоблаш орқали статистик баҳоланди.

2. Дарёлар ўртача йиллик сув сарфларининг охириги 1991-2018 йиллар учун ҳисобланган вариация коэффициентлари  $0,378 \div 0,899$  оралиқда, умумий 1961-2018 йиллар учун ҳисобланган қийматлар эса,  $0,477 \div 1,157$  оралиқда ўзгаради. Вариация коэффициентларининг бу қийматлари Е.В.Чуб маълумотлари билан солиштирилди. Айрим ҳолатларни ҳисобга олмаганда, улар фарқининг унча катта эмаслиги кўрсатиб берилди.

3. Ўрта Зарафшон ҳавзасида шаклландиган барча кичик дарёлар ва сойлар ўртача йиллик оқимларининг асосий қисми февраль-май ойлари оралиқларида оқиб ўтади. Уларнинг оқими миқдори ёз ойларида қискин қамайиб, баъзан ўзанлари қуриб қолади.

**Миннатдорчилик.** Муаллиф ушбу илмий мақолани тайёрлаш жараёнида ўз ёрдами ва илмий маслаҳатларини аямаган Мирзо Улқабек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Куруқлик гидрологияси кафедраси профессори, г.ф.д. Ф.Ҳ.Ҳикматовга ўзининг чуқур миннатдорчилигини изҳор этади.

## АДАБИЁТЛАР

Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. – Л.: Гидрометеоздат, 1962. – 246 с.

Зияев Р.Р., Ҳикматов Ф.Ҳ., Мардиев И.А., Юлдошова З.О. Зарафшон дарёси тўлинсув даври оқимининг шаклланишига иқлимий омилларнинг таъсирини статистик баҳолаш // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 56-жилд, 2019. – Б. 211-215.

Расулов А.Р. Ҳикматов Ф.Ҳ., Айтбаев Д.П. Гидрология асослари. – Тошкент: Университет, 2003. – Б. 110-113.

Раткович Д.Я. Многолетние колебания речного стока. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 255 с.

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

Шульц В.Л., Маширапов Р. Ўрта Осиё гидрографияси. – Ташкент, 1969. – Б. 128-134.

Шикломанов И.А. Исследование водных ресурсов суши: итоги, проблемы, перспективы. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 152 с.

Ҳикматов Ф.Ҳ. ва бошқалар. Зарафшон хавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари. Монография. – Тошкент: Фан ва технология, 2016. – 275 б.

Ҳикматов Ф.Ҳ., Айтбаев Д.П. Гидрометеорологияда статистик усуллар. – Тошкент: Университет, 2007. – 88 б.

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ СТОКА МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА СРЕДНЕГО ЗЕРАВШАНА

Ш.Р. ГАНИЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Самаркандский государственный университет, shaxobganiyev88@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы статистической оценки изменчивости стока малых рек бассейна Среднего Зеравшана. С этой целью были использованы средние месячные и годовые расходы воды, учтенные на 11 гидрологических постах, расположенных на малых реках и саях бассейна Среднего Зеравшана. Расчеты по оценке коэффициента изменчивости стока рек выполнены для двух периодов: первый расчетный период включает базовый климатический период (1961-1990 гг.), а второй расчетный период составляет 1991-2018 годы. На основе анализа полученных результатов выявлено увеличение значения коэффициента вариации ( $C_v$ ) во втором расчетном периоде, относительно первого расчетного периода.

**Ключевые слова:** река, речной бассейн, норма стока, ряд случайных величин, изменчивость стока, коэффициент изменчивости, статистическая оценка.

## STATISTICAL ESTIMATION OF THE FLOW VARIABILITY OF SMALL RIVERS IN THE MIDDLE ZARAFSHAN BASIN

Sh.R. GANIEV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Samarkand State University, shaxobganiyev88@gmail.com

**Annotation.** The article deals with the issues of statistical assessment of the variability of the runoff of small rivers in the Middle Zarafshan basin. For this purpose, the average monthly and annual water discharges were used, taken into account at 11 hydrological posts located on small rivers and says in the Middle Zarafshan basin. Calculations to estimate the coefficient of variability of river runoff were carried out for two periods: the first calculation period includes the base climatic period (1961-1990)

and the second calculated period includes 1991-2018. Based on the analysis of the results obtained, an increase in the value of the coefficient of variation ( $C_v$ ) in the second calculation period was revealed, comparing to the first calculation period.

**Keywords:** river, river basin, flow rate, series of random variables, flow variability, coefficient of variability, statistical assessment.

## REFERENCES

*Voskresenskij K.P.* Norma i izmencivost' godovogo stoka rek Sovetskogo Sojuza [Norm and variability of the annual flow of the rivers of the Soviet Union]. – L.: Gidrometeoizdat, 1962. – 246 s. (in Russian)

*Ziyaev R.R., Khikmatov F.H., Mardiev I.A., Yuldoshova Z.O.* Zarafshon daryosi tolinsuv davri oqimining shakllanishiga iqlimiy omillarning ta'sirini statistik baholash [Statistical assessment of the impact of climatic factors on the formation of the Zarafshan river floodplain flow] // Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti. 56-jild, 2019. – B. 211-215. (in Uzbek)

*Rasulov A.R., Khikmatov F.H., Aytbaev D.P.* Gidrologiya asoslari [Fundamentals of Hydrology]. – Toshkent: Universitet, 2003. – B. 110-113. (in Uzbek)

*Ratkovic D.Ya.* Mnogoletnie kolebanija rechnogo stoka [Long-term fluctuations of river flow]. – L.: Gidrometeoizdat, 1976. – 255 s. (in Russian)

*ЧУВ V.E.* Izmenenie klimata i ego vliyanie na gidrometeorologiceskie processi, 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 NASHRIYOT», 2007. – 133 s. (in Russian)

*Shul'ts V.L., Mashrapov R.* Orta Osiyo gidrografijasi [Hydrography of Central Asia]. – Toshkent, 1969. – B. 128-134. (in Uzbek)

*Shiklomanov I.A.* Issledovanie vodnix resursov sush: itogi, problemi, perspektivi [Research of water resources of the land: results, problems, prospects]. – L.: Gidrometeoizdat, 1988. – 152 s. (in Russian)

*Khikmatov F.H. va boshqalar.* Zarafshon khavzasining gidrometeorologik sharoiti va suv resurslari [Hydrometeorological conditions and water resources of Zarafshan basin]. Monografija. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2016. – 275 b. (in Uzbek)

*Khikmatov F.H., Aytbaev D.P.* Gidrometeorologiyada statistik usullar [Statistical methods in hydrometeorology]. – Toshkent: Universitet, 2007. – 88 b. (in Uzbek)

## АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ENVIRONMENTAL MONITORING

УДК 504.4.054:504.453

### ЗАРАФШОН ДАРЁСИ СУВИ СИФАТИНИНГ АНТРОПОГЕН ТАЪСИР НАТИЖАСИДА ЎЗГАРИШЛАРИ

Б.Э. НИШОНОВ<sup>1\*</sup>, М.Ш. АБДИЕВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, bnishonov@mail.ru

**Аннотация.** Мақолада трасчегаравий дарё бўлган Зарафшон дарёси суви сифатининг Ўзбекистон ҳудудида антропоген таъсир натижасида ўзгаришлари таҳлил қилинган. Зарафшон дарёсидаги 11 та сув сифатини кузатиш пунктларида кўпйиллик (1990-2019 йй.) маълумотлар асосида асосий кўрсаткичлар (минерализация, асосий анионлар ва катионлар, биоген элементлар, органик ифлосланишлар)нинг дарё оқими бўйича ва вақт давомидаги ўзгаришлари ўрганилган. Антропоген таъсир натижасида дарё оқими бўйича Равотхўжа пунктдан Бухоро шаҳридан қуйиғача ушбу моддаларнинг дарё сувидаги миқдорлари ортиши аниқланган.

**Калит сўзлар:** сув сифати, минерализация, ион таркиби, биоген элементлар, органик ифлосланиш, БКИ, ККИ, Зарафшон дарёси.

**Кириш.** Зарафшон дарёсининг ҳавзаси маъмурий жиҳатдан Ўзбекистон ва Тожикистон ҳудудида жойлашган. Зарафшон дарёси Тожикистон ҳудудида Зарафшон музлигидан Мастчоҳдарё номи билан бошланиб, унга Фандарё келиб қўшилгач Зарафшон номини олади. Мастчоҳдарё ва Фандарёнинг қўшилиш жойидан қуйида Зарафшонга чапдан Киштутдарё ва Моғиёндарё қуйилади. Моғиёндарёнинг келиб қуйилганидан сўнг Зарафшонга бошқа йирик ирмоқлар келиб қўшилмайди. Дарё асосан музлик ва қор сувларидан тўйинади [Ҳикматов ва бошқ., 2016]. Дарёнинг умумий узунлиги 781 километр. Кўп йиллик ўртача оқим 5,99 км<sup>3</sup>ни ташкил этади, унинг атиги 0,76 км<sup>3</sup> Ўзбекистон ҳудудида ҳосил бўлади [Рубинова, Иванов, 2005]. Дарё Ўзбекистон ҳудудига Равотхўжа тўғони яқинида кириб келади ва Самарқанд, Навоий, Бухоро вилоятларидан оқиб ўтади. Зарафшон дарёси Самарқанд шаҳри яқинида, унинг шимолий-шарқидagi Чўпонота тепалиги ёнида, икки тармоққа – Оқдарё ва Қорадарёга ажралади. Ушбу икки тармоқ Миёнкўл оролини ҳосил қилиб, Навоий вилоятининг Хатирчи тумани маркази – Янгирабод шаҳарчаси яқинида бирлашади ва яна Зарафшон номи билан оқади. Бухоро шаҳридан Қоракўл шаҳригача ораликда дарё Қоракўлдарё деб ҳам аталади [Ҳикматов ва бошқ., 2016].

Зарафшон дарёсининг сув ресурслари ва гидрологик режими бир қанча тадқиқотчилар, жумладан В.Л.Шульц, В.Е.Чуб, Ф.Ҳ.Ҳикматов, Л.М.Карандаева томонидан ўрганилган [Ҳикматов ва бошқ., 2016]. Ф.Ҳ.Ҳикматов ва бошқалар ўз монографиясида Зарафшон дарёси ҳавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурсларини кенг ёритган бўлсада, дарёнинг гидрокимёвий режими масалаларига алоҳида эътибор қаратилмаган [Ҳикматов ва бошқ., 2016]. Фақатгина Ф.Э.Рубинова [Рубинова, Иванов, 2005] ва Р.А.Қулматов [Қулматов, 2013] ўз тадқиқотларида Зарафшон дарёсининг баъзи йиллардаги сув сифатини ўрганган. Юқоридагиларни эътиборга олган

\* Масъул муаллиф: bnishonov@mail.ru, тел.: +998 97 197-03-95

холда Зарафшон дарёси сув сифати ва гидрокимёвий режимининг сўнгги йиллардаги замонавий ўзгаришларини ҳамда уларга таъсир этувчи омилларни ўрганиш **долзарб** ҳисобланади.

Ушбу тадқиқотнинг **асосий мақсади** Зарафшон дарёси суви сифатининг антропоген таъсир натижасида дарё оқими бўйича ўзгаришларини ёритишдан иборат.

Ишда **тадқиқот объекти** сифатида Зарафшон дарёсининг Ўзбекистон ҳудудидаги қисми танлаб олинди. Зарафшон дарёси сув сифатининг антропоген таъсир натижасида ўзгаришлари ишнинг **тадқиқот предмети** ҳисобланади.

**Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари.** Ишни бажариш жараёнида Зарафшон дарёсининг Ўзбекистон ҳудудида жойлашган қисмидаги кузатув пунктларидаги кўп йиллик (1990-2019 йй.) сув сифати мониторинги маълумотларидан фойдаланилди [Ежегодники, 1990-2019]. Ҳозирги вақтда Зарафшон дарёсида Ўзгидрометнинг 11 та сув сифатини кузатув пунктлари мавжуд, улардан 2 та - Бухора (юқори) ва Бухоро (қуйи) пунктларида сув сифатини кузатиш ишлари 2011 йилдан олиб борилади. Дарё сувидан намуналар йил давомида 12 марта (ҳар ойда) олинади ва лабораторияда таҳлил қилинади.

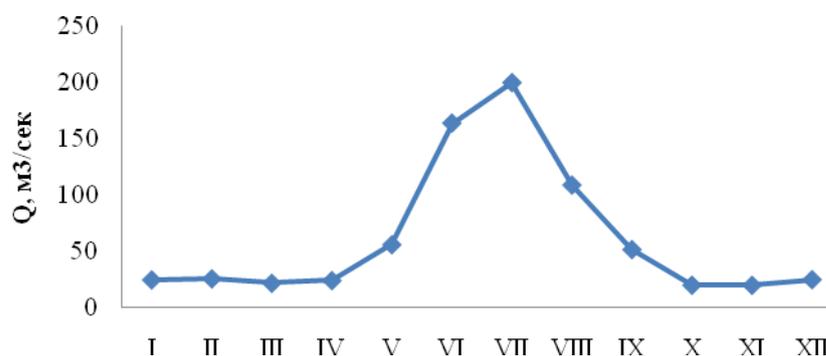
Ишда замонавий гидрокимёвий ҳисоблашлар, статистик усуллар, умумлаштириш ва картографик тадқиқот усулларида фойдаланилди.

#### **Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.**

Зарафшон дарёси сув ресурсларини ўрганиш ва сувни ўлчаш ишлари 1914 йилдан бошланган, шу йилдан бошлаб сув сарфини доимий кузатиш Зарафшон дарёсида (Дупили кўпригида), чап тармоғи Қорадарёда (Кўштегирмон қишлоғида), ўнг тармоғи Оқдарёда (Пайшанба қишлоғида) амалга оширилган [Ҳикматов ва бошқ., 2016].

Зарафшон дарёси гидрологик режимида иккита давр – баҳорги-ёзги тўлин сув даври ва кузги-қишки кам сувли давр кузатилади. Зарафшон музлик-қор сувларидан тўйинадиган дарё бўлганлиги учун ҳам унинг тўлин сув даври апрель-сентябрь ойларига тўғри келади (1- расм).

Сувнинг кимёвий таркибини кузатиш пунктлари гидрометрик постларга яқин жойда ёки бевосита улар билан бир жойда жойлаштирилади. Зарафшон дарёсининг сув сифатини мониторинг қилиш 1967 йилдан бошланган бўлиб, Хатирчи, Навоий (юқори), Навоий (қуйи) кузатув пунктларида намуналар олинди, таҳлил қилинган [Абдиева, Нишонов, 2018].



1-расм. Зарафшон дарёси Равотхўжа пунктида ўртача ойлик сув сарфи (1985-2019 йй.)

Рис. 1. Средний месячный сток реки Зеравшан в пункте Раватходжа (1985-2019 гг.)

Fig. 1. Mean monthly discharge of the Zarafshan river at the Ravatkhodja point (1985-2019)

Зарафшон дарёсида жойлашган сув сифати мониторинги пунктлари Ўзбекистон ҳудудида дарё оқими бўйлаб саноат, коммунал-маиший ва қишлоқ хўжалиги оқова сувларининг дарё сув сифатига таъсирини тавсифлаш имконини беради (1-жадвал).

1-жадвал

## Зарафшон дарёси сув сифатини кузатиш пунктлари

Таблица 1

## Пункты мониторинга качества воды на реке Зеравшан

Table 1

## Water quality monitoring points in the Zarafshan river

№	Пунктлар номи	Жойлашган ўрни	Фаолият кўрсатган йили	Кузатилган ойлар
1	Равотхўжа*	Равотхўжа тўғонидан 0,4 км қуйида, Равотхўжа қишлоғи атрофида	1984-ҳозиргача	I-XII
2	Самарқанд*	Оқ-Қорадарё сув айиргичидан 3 км юқорида, Самарқанд шаҳридан 6 км шимолий-шарқда	1971-ҳозиргача	I-XII
3	Сиёб	Самарқанд шаҳридан 21 км шимолий-ғарбда, Сиёб коллекторининг сув ташлаш жойидан 0,5 км қуйида	1971-ҳозиргача	I-XII
4	Сиёб (қўшимча)	Самарқанд шаҳридан 22 км қуйида	1971-ҳозиргача	I-XII
5	Толигулён	Самарқанд шаҳридан 26 км шимолий-ғарбда, Толигулён коллекторининг сув ташлаш жойидан 3,7 км қуйида	1986 – ҳозиргача	I-XII
6	Толигулён**	Самарқанд шаҳридан 10 км шимолий-ғарбда	1972-1985	I-XII
7	Каттакўрғон**	Каттакўрғон шаҳридан 5,4 км шимолий-ғарбда, Чиғаноқ коллектори сув ташлаш жойидан 1 км юқорида	1985-1992	I-XII
8	Каттакўрғон	Каттакўрғон шаҳридан 7,2 км шимолий-ғарбда, Чиғаноқ коллектори сув ташлаш жойидан 0,8 км қуйида	1971-ҳозиргача	I-XII
9	Хатирчи*	Хатирчи поселкасида 2 км жанубда, Қорадарё этагидан 0,5 км қуйида	1968-ҳозиргача	I-XII
10	Навоий (юқори)	Навоий шаҳридан 3,5 км шимолий-ғарбда, «Навоийазот» сув ташлаш жойидан 1 км юқорида	1967-ҳозиргача	I-XII
11	Навоий* (қуйи)	Навоий шаҳридан 5 км шимолий-ғарбда, «Навоийазот» сув ташлаш жойидан 0,8 км қуйида	1967-ҳозиргача	I-XII
12	Бухоро (юқори)	Бухоро шаҳридан 1 км юқорида	2011-ҳозиргача	I-XII
13	Бухоро (қуйи)	Бухоро шаҳридан 1 км қуйида	2011-ҳозиргача	I-XII

Изоҳ: \* – гидрологик пост билан мос тушади, \*\* – ҳозирда фаолият кўрсатмайди.

Равотхўжа кузатув пункти Зарафшон дарёсининг Ўрта Зарафшон ҳавзаси ҳудудида, Самарқанд вилоятида, гидрологик пост билан бир жойда жойлашган. Пунктда Ўзбекистон ва Тожикистон чегарасидаги сув сифати ҳақидаги маълумотларни олиш кўзда тутилган. Кузатув пункти жойлашган ҳудуд атрофида ифлосланттирувчи манбалар мавжуд эмас,

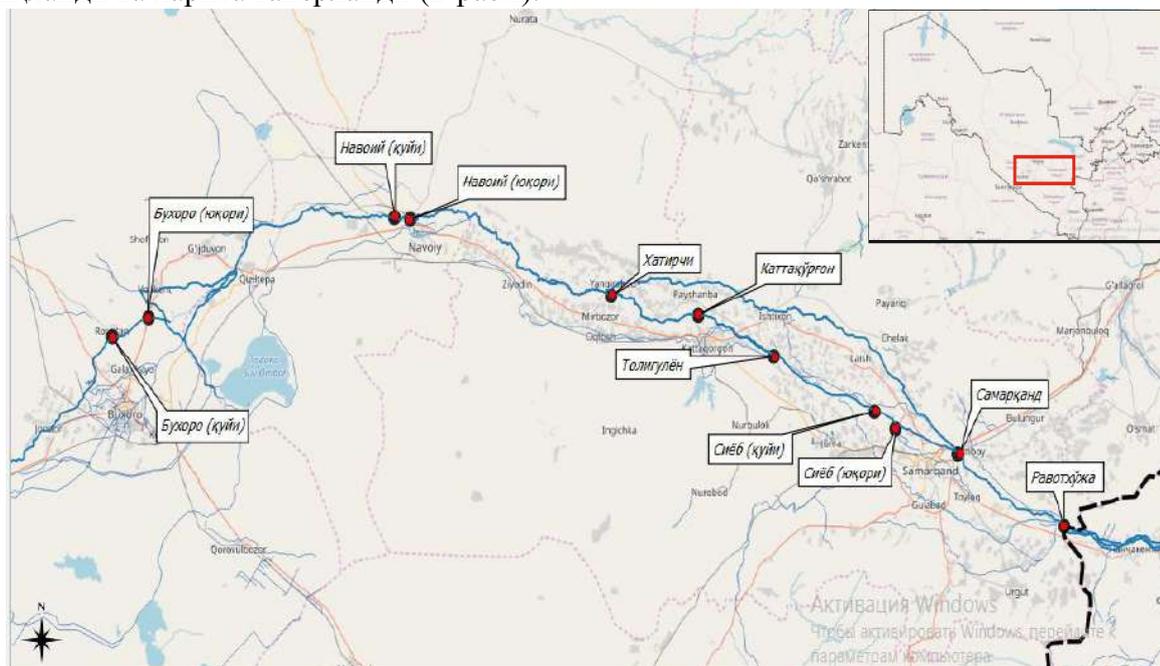
бирок, Зарафшон дарёсининг юқори қисмида, Тожикистон ҳудудида, тоғ-кон саноати объектлари жойлашган [Норматов, 2016].

Дарёнинг Самарқанд қисмида, Самарқанд шаҳрининг ташкиллаштирилган оқава сувларининг дарё сув сифатига таъсири ҳақида маълумот олиш учун тўртта кузатув пунктлари - Самарқанд, Сиёб, Сиёб (қўшимча), Толигулён мавжуд.

Дарёнинг Каттакўрғон қисмида, Каттакўрғон шаҳрининг ташкиллаштирилган оқава сувларининг дарё сув сифатига таъсири ҳақида маълумот олиш учун Каттакўрғон кузатиш пункти ташкил этилган. Ундан қуйида Зарафшон дарёси Қорадарё тармоғининг сув сифатини кузатиш учун Хатирчи кузатиш пункти мавжуд.

Дарёнинг Навоий қисмида, Навоий шаҳрининг ташкиллаштирилган оқава сувларининг дарё сув сифатига таъсири ҳақида маълумот олиш учун иккита кузатиш пункти - Навоий (юқори) ва Навоий (қуйи) мавжуд. Дарёнинг Бухоро қисмида, Бухоро шаҳрининг ташкиллаштирилган оқава сувларининг дарё сув сифатига таъсири баҳолаш учун 2011 йилда иккита кузатиш пункти – Бухоро (юқори) ва Бухоро (қуйи) ташкил этилган.

Юқоридаги маълумотлар асосида, Зарафшон дарёси сув сифатини кузатиш пунктларининг координаталари муаллифлар томонидан дала шароитида GPS орқали аниқланди ва харита тайёрланди (2-расм).



2-расм. Зарафшон дарёси сув сифатини кузатиш пунктлари харитаси

Рис.2. Карта пунктов мониторинга качества воды на реке Зеравшан

Fig.2. Map of water quality monitoring points in the Zarafshan river

Кузатув пунктларида олинган сув намуналарида 40 дан ортиқ физик-кимёвий кўрсаткичлар аниқланади ва улардан асосийлари – минерализация, сувда эриган кислород, кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ), кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ), асосий анион ва катионлар, биоген моддалар, оғир металллар, синтетик сирт фаол моддалар, пестицидлар ҳисобланади.

Ушбу ишда Зарафшон дарёси сув сифати қуйидаги гуруҳларга бўлиб ўрганилди:

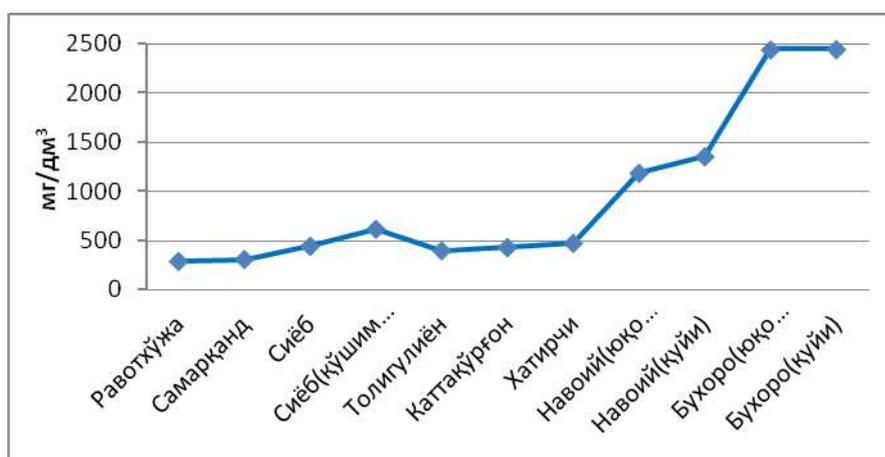
- 1) минерализация;
- 2) асосий ионлар – гидрокарбонат, сульфат, хлорид, кальций, магний, натрий, калий;

3) биоген моддалар – азот бирикмалари, фосфор, темир;

4) органик ифлосланиш – кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ), кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ).

Тадқиқот давомида Зарафшон дарёси сув сифатининг кўп йиллик (1990-2019 йй.) маълумотлар базаси шакллантирилди ва маълумотлар асосида сув сифати ва уни ўзгаришлари таҳлил қилинди.

**Минерализация.** Зарафшон дарёси суви гидрокимёвий таркибининг шаклланишига бир қанча табиий ва антропоген омиллар таъсир қилади. Оқим шаклланиш зонасида гидрокимёвий режим асосан гидрологик режимга боғлиқ бўлади. Бу ерда минерализацияни умумий ўзгариши сув сарфи ўзгаришига тескари боғланишда бўлади, яъни сув сарфи ортиши билан минерализация камаяди ва аксинча. Дарё оқимидан интенсив фойдаланиш зонасида антропоген таъсир натижасида дарё гидрокимёвий режими ўзгаради, бунда антропоген таъсир қанча юқори бўлса, гидрокимёвий режим шунча сезиларли ўзгаради. Хўжалик фаолияти натижасида минерализация оқим бўйича ортади (3-расм). Бунда минерализация кўпсувлик йилларга нисбатан камсувлик йилларда кўпроқ ортади.



3-расм. Зарафшон дарёси суви минерализациясининг кўп йиллик ўртача миқдори (1990-2019 йй.)

Рис. 3. Среднеголетняя минерализация воды реки Зеравшан (1990-2019 гг.)

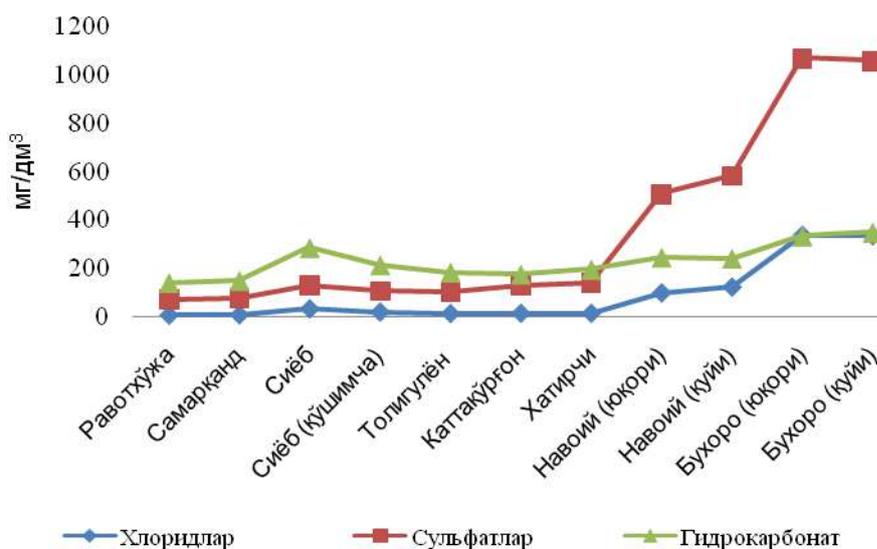
Fig. 3. Average water mineralization of the Zarafshan river (1990-2019)

Зарафшон дарёсининг Ўзбекистонга кириш қисмида - Равотхўжа кузатув пунктида минерализациянинг ўртача йиллик миқдори 290,30 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилса, дарё куйи қисмида - Бухоро (қуйи) кузатув пунктида минерализациянинг ўртача йиллик миқдори 2448,08 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилади. Зарафшон дарёси сувининг минерализацияси Алёкин таснифига кўра ўртача минераллашган сувлардан (Равотхўжа кузатув пункти) юқори минераллашган сувларгача (Бухоро (қуйи) кузатув пункти) ўзгаради. Дарёнинг куйи қисмида минерализациянинг ортишининг асосий сабаби дарёга минерализацияси юқори бўлган коллектор-дренаж сувларининг тушишидир.

**Асосий ионлар.** Дарёлар сувидаги асосий ионлар – Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> сувда эриган моддаларнинг 90% гачани ташкил этади, шунинг учун улар ўрганилаётган сув объектларининг ион таркибини тавсифлаш учун қўлланилади. Дарё сувининг ион таркиби минерализация билан узвий боғлиқ, шу сабабли дарё оқими бўйлаб минерализациянинг ортиши билан ион таркиби ҳам ўзгаради (2-жадвал).



Зарафшон дарёсида хлорид ионларининг ўртача йиллик миқдори 3,8-9,9 мг/дм<sup>3</sup> дан (Равотхўжа кузатув пункти) 291,7-382,2 мг/дм<sup>3</sup> гача (Бухоро (қуйи) кузатув пункти) ортади. Дарё сувидаги сульфат ионлари миқдори 44,9-84,1 мг/дм<sup>3</sup> дан 960,5-1131,5 мг/дм<sup>3</sup> гача ортиб боради, айниқса, Навоий (юқори) кузатув пунктидан бошлаб сульфат ионлари миқдори кескин ортади. Зарафшон дарёсининг Равотхўжа кузатув пунктида гидрокарбонат ионларининг ўртача йиллик миқдори 111,2-152,1 мг/дм<sup>3</sup> гача бўлиб, Бухоро (қуйи) кузатув пунктида 266,5-401,5 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилади. Дарёнинг бошланишидан то қуйига томон гидрокарбонат ионлари миқдорининг кескин ортиши кузатилмайди (4-расм).



4-расм. Зарафшон дарёси сувида анионлар миқдорининг оқим бўйлаб ўзгаришлари (1990-2019 йй.)

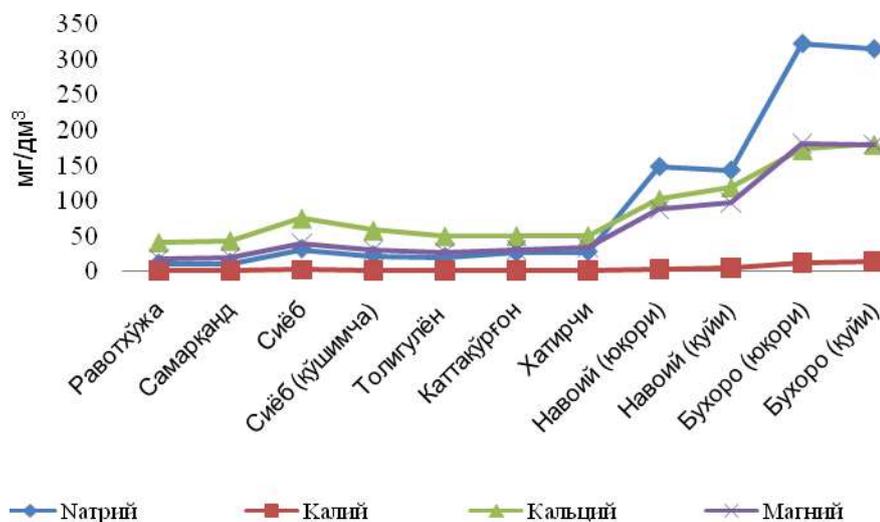
Рис. 4. Изменения по течению концентрации анионов в воде реки Зеравшан (1990-2019 гг.)

Fig. 4. Changes of concentration of anions in the water of the Zarafshan river (1990-2019)

Натрий ва калий ионлари ер усти сувларида эриган минерал моддаларнинг асосий компонентлари қаторига киради ва улар концентрациясининг ортишига маиший ва саноат оқова сувлари, кишлок хўжалиги майдонларидан ювилган сувлар сабаб бўлади. Зарафшон дарёсининг Равотхўжа кузатув пунктида натрий ионларининг ўртача йиллик миқдори 5,8-21,7 мг/дм<sup>3</sup>, Бухоро (қуйи) кузатув пунктида 273,3-360,3 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилади. Калий иони ўзининг кимёвий хоссаларига қўра натрий ионига жуда яқин ва натрий иони каби асосий анионлар билан осон эрувчи бирикмалар ҳосил қилади. Одатда табиий сувларда калий ионларининг миқдори натрий ионларининг 4-10% ни ташкил қилади, чунки калийнинг миграцияланиш хусусияти паст. Зарафшон дарёсининг Равотхўжа кузатув пунктида калий ионларининг ўртача йиллик миқдори 0,3–2,6 мг/дм<sup>3</sup>, Бухоро (қуйи) кузатув пунктида 10,0-18,0 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилади (5-расм).

Кучсиз минераллашган сувларда кальций ионлари миқдори магний ионлари миқдорига нисбатан юқори бўлиб, сувнинг минерализацияси ортиши билан магний ионларининг миқдори ортади (2-жадвал). Одатда минерализацияси паст сувда кальций кўп бўлса, минерализацияси юқори сувда натрий кўп бўлади. Зарафшон дарёсининг Равотхўжа кузатув пунктида кальций ионларининг ўртача йиллик миқдори 37,2-47,4 мг/дм<sup>3</sup>, Бухоро (қуйи) кузатув пунктида 161,6- 199,9 мг/дм<sup>3</sup> ни, магний ионларининг ўртача йиллик миқдори 13,5-20,9 мг/дм<sup>3</sup> ва 156,9-210,4 мг/дм<sup>3</sup> ни ташкил

килади. Дарёнинг бошланишидан то қуйига томон кальций ва магний ионлари микдори ортади.



5-расм. Зарафшон дарёси сувда катионлар миқдорининг оқиб бўйлаб ўзгаришлари (1990-2019 йй.)

Рис. 5. Изменения по течению концентрации катионов в воде реки Зеравшан (1990-2019 гг.)

Fig. 5. Changes of concentration of cations in the water of the Zarafshan river (1990-2019)

Оқим бўйлаб  $\text{HCO}_3^-$  иони ва минерализация орасидаги боғлиқлик камаяди ва бир вақтда  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  билан боғлиқлик ортади, яъни токсик ионлар ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )нинг минерализациядаги ҳиссалари ортади.

Тадқиқот натижаларига кўра, Зарафшон дарёси оқими бўйлаб сувдаги барча ионларнинг миқдори ортади. Катионлар гуруҳида натрий ионлари миқдори кескин ортади, анионлар гуруҳида сульфат ионлари миқдори кескин ортади (4-, 5-расмлар). Хусусан, натрий ионлари миқдори оқим бўйлаб 28 марта, сульфат ионлари миқдори 15 марта ортади.

Зарафшон дарёсининг ўртача кўп йиллик ион таркибини ўрганиш натижаларига кўра шуни хулоса қилиш мумкинки, хўжалик фаолияти, яъни антропоген таъсир натижасида оқим бўйлаб дарё сувининг гидрокарбонат-кальций типидан сульфат-натрий типига “**метаморфизацияси**” содир бўлади.

Дарё сувларининг таркибида кальций ва магнийнинг эриган тузлари мавжудлиги унинг қаттиқлигини белгилайди ва унга кўра сувнинг кальцийли ва магнийли қаттиқлиги фарқланади. Сувнинг қаттиқлиги саноатнинг турли тармоқларида ва хўжалик-маиший мақсадларда фойдаланиладиган сув сифатига салбий таъсир кўрсатади, айниқса иситиш қозонларида фойдаланиладиган сувлар таркибидаги кальций ва магний тузлари миқдорига жуда юқори талаб қўйилади. Қаттиқлиги (мг-экв/дм<sup>3</sup>) бўйича табиий сувлар қуйидаги синфларга ажратилади: юмшоқ (< 4 мг-экв/дм<sup>3</sup>, ўртача қаттиқ 4-8 мг-экв/дм<sup>3</sup>, қаттиқ 8-12 мг-экв/дм<sup>3</sup>, жуда қаттиқ (>12 мг-экв/дм<sup>3</sup>) [Никаноров, 2001].

Одатда кальций ионлари сабабли қаттиқлик кўпроқ (70% гача) учрайди, бироқ, баъзи ҳолларда чучук сувлардаги магнийли қаттиқлик 50-60% гача етиши мумкин.

Дарёнинг Равотхўжа кузатув пунктида сувнинг қаттиқлиги 3,2-4,3 мг-экв/дм<sup>3</sup>, Бухоро (қуйи) кузатув пунктида 21,6-26,0 мг-экв/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилади.

Зарафшон дарёсининг суви Равотхўжа кузатув пунктида юмшоқ сувлар гуруҳига кирса, дарёнинг қуйига томон, Навоий (юқори) кузатув пунктидан бошлаб жуда қаттиқ сувлар гуруҳига ўзгаради.

Таҳлиллардан кўринадики, Зарафшон дарёси сувининг қаттиқлиги минерализация миқдорининг ортиши билан ортиб боради. Сувнинг қаттиқлиги камсув даврида максимал, тўлинсув даврида минимал бўлади.

**Биоген моддалар.** Биоген моддаларга асосан азот ва фосфор бирикмалари киради. Бу бирикмаларнинг дарё сувларига тушишининг асосий манбалари сув ҳавзасининг ички жараёнлари ҳамда ёгин сувлари, саноат, хўжалик-маиший, қишлоқ хўжалиги оқова сувлари ҳисобланади.

Азот бирикмалари концентрацияси ва режими дарёда содир бўладиган биокимёвий ва биологик жараёнларга боғлиқ. Зарафшон дарёси сувида аммоний ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрит ( $\text{NO}_2^-$ ) ва нитрат ( $\text{NO}_3^-$ ) ионлари таҳлил қилинади.

**Аммоний.** Зарафшон дарёсида аммоний азотининг ( $\text{N-NH}_4^+$ ) ўртача кўп йиллик миқдори  $0,03 \text{ мг N/дм}^3$  дан  $0,5 \text{ мг N/дм}^3$  гача ўзгариб туради (6-расм).

Дарёнинг Равотхўжа кузатув пунктида аммоний азоти миқдори  $0,01-0,17 \text{ мг N/дм}^3$ , Бухоро (қуйи) кузатув пунктида  $0,009-0,07 \text{ мг N/дм}^3$  ни ташкил қилади (2-жадвал).

Таҳлилларга кўра, Сиёб кузатув пунктида аммоний азоти миқдори РЭМ дан 1,2 мартага ортганлиги аниқланган. Шунингдек, Сиёб (қўшимча) ҳамда Навоий (қуйи) кузатув пунктларида ҳам аммоний азоти миқдорининг юқорилиги кузатилади.

**Нитритлар.** Зарафшон дарёси сувида нитрит азотининг ( $\text{N-NO}_2^-$ ) ўртача кўп йиллик миқдори  $0,01 \text{ мг N/дм}^3$  дан  $0,17 \text{ мг N/дм}^3$  гача ўзгариб туради (6-расм). Дарё сувларидаги нитрит азотининг рухсат этилган меъёри (РЭМ)  $0,02 \text{ мг N/дм}^3$  ни ташкил қилади.

Дарёнинг Равотхўжа кузатув пунктида нитрит азоти миқдори  $0,002-0,84 \text{ мг N/дм}^3$ , Бухоро (қуйи) кузатув пунктида  $0,008-0,06 \text{ мг N/дм}^3$  ни ташкил қилади (2-жадвал).

Дарё оқими бўйлаб нитритлар миқдори барча кузатув пунктларида РЭМ дан юқорилиги кузатилади, айниқса, дарёнинг Сиёб кузатув пунктида РЭМ га нисбатан 8,5 марта кўп. Таҳлилларга кўра, Сиёб кузатув пунктидан сўнг нитритлар миқдори Навоий (юқори) кузатув пунктигача камайиб боради, бироқ Навоий (қуйи) кузатув пунктида нитритлар миқдори РЭМ га нисбатан 3,3 мартага ортади, бунга сабаб “Навоийазот” корхонасининг оқова сувларининг таъсири ҳисобланади. Шунингдек, Сиёб кузатув пунктида нитритлар миқдори анча юқори, чунки дарёга Сиёб канали орқали Самарқанд шаҳри оқова сувни тозалаш иншоотининг оқова сувлари билан бир қаторда ташкиллаштирилмаган қишлоқ хўжалиги оқова сувлари тўғридан тўғри ташланади.

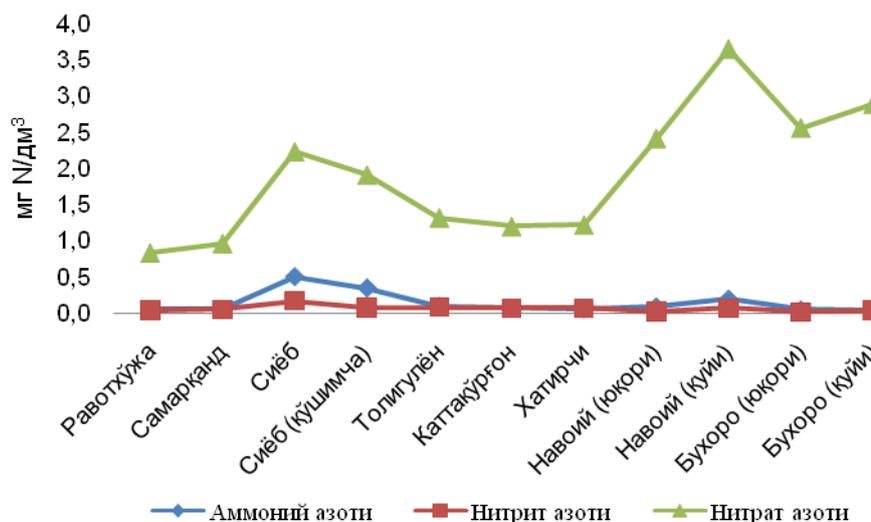
**Нитратлар** ( $\text{NO}_3^-$ ) саноат оқова сувлари ва азотли ўғитлар қўлланиладиган суғориладиган майдонлардан ташланадиган коллектор-дренаж сувлари билан бирга ер усти сувларига тушади.

Зарафшон дарёси сувида нитрат азотининг ( $\text{N-NO}_3^-$ ) ўртача кўп йиллик миқдори  $0,82 \text{ мг N/дм}^3$  дан  $3,65 \text{ мг N/дм}^3$  гача ўзгариб туради (6-расм). Дарё сувларидаги нитрат азотининг ( $\text{N-NO}_3^-$ ) рухсат этилган меъёри (РЭМ)  $9 \text{ мг N/дм}^3$  ни ташкил қилади.

Дарёнинг Равотхўжа кузатув пунктида нитратлар миқдори  $0,02-1,89 \text{ мг N/дм}^3$ , Бухоро (қуйи) кузатув пунктида  $1,5-4,52 \text{ мг N/дм}^3$  ни ташкил қилади (2-жадвал).

Таҳлиллардан кўринадики, дарё оқими бўйлаб нитратлар миқдори РЭМ дан ошмайди, бироқ Навоий (қуйи) кузатув пунктида юқори миқдорда кузатилади, бу Навоий шаҳридаги азот бирикмалари корхонасининг оқова сувлари ташланиши билан боғлиқ.

Зарафшон дарёси сувида азотнинг умумий миқдори ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) дарё оқими бўйлаб ортади. Айниқса, антропоген таъсирнинг ортиши, турли хил оқова сувларнинг ташланиши дарё сувида азот бирикмалари миқдорининг кескин ортишига сабаб бўлмоқда.



6-расм. Зарафшон дарёси сувида азот бирикмалари миқдорининг оқим бўйлаб ўзгариши (1990-2019 йй.)

Рис. 6. Изменения по течению концентрации азотных соединений в воде реки Зеравшан (1990-2019 гг.)

Fig. 6. Changes of concentration of nitrogen components in the water of the Zarafshan river (1990-2019)

Фосфор бирикма шаклида табиий сувлар таркибида сув организмларининг ҳаёт фаолияти ва парчаланиши, фосфорли жинсларнинг емирилиши натижасида пайдо бўлади. Физик-кимёвий ва биологик жараёнлар таъсири остида фосфорнинг бир шакли бошқасига ўтиши мумкин. Дарёларда фосфор миқдорининг ортиши сув сифатининг ёмонлашишини англатади.

Зарафшон дарёси сувида ўртача кўп йиллик фосфатларнинг миқдори  $0,004 \text{ мг/дм}^3$  дан  $0,15 \text{ мг/дм}^3$  гача ўзгариб туради (7-расм).

Дарёнинг Равотхўжа кузатув пунктида фосфатлар миқдори  $0,0005\text{-}0,026 \text{ мг/дм}^3$ , Сиёб кузатув пунктида  $0,017\text{-}0,25 \text{ мг/дм}^3$ , Сиёб (қўшимча) кузатув пунктида  $0,014\text{-}0,31 \text{ мг/дм}^3$  ни ташкил қилади. Дарёнинг Сиёб ва Сиёб (қўшимча) кузатув пунктларида фосфор миқдорининг ортиши Самарқанд шаҳридаги корхоналарнинг оқава сувларининг таъсири билан боғлиқ.

Темир табиий сувларда деярли доимо учрайди, чунки у ҳамма жинсларда тарқалган. Дарё сувларидаги темир миқдорининг ортиши уларнинг сифатини ёмонлаштиради, дарё сувларида учун РЭМ  $0,5 \text{ мг/дм}^3$  ни ташкил қилади.

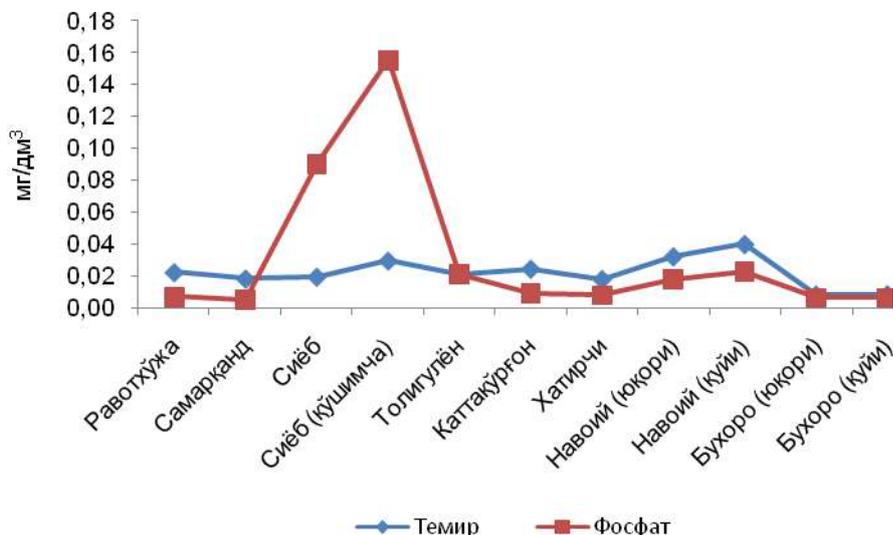
Зарафшон дарёси сувида темирнинг ўртача кўп йиллик (1990-2019 йй.) миқдори  $0,008$  дан  $0,03 \text{ мг/дм}^3$  гача ўзгариб туради, лекин унинг миқдори РЭМ дан ортмаган.

**Органик ифлосланиш.** Табиий сувларнинг умумий органик ифлосланганлигини тавсифлаш учун кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ) ва кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ) қўлланилади.

Кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ<sub>5</sub>) сувдаги осон оксидланадиган органик моддалар билан ифлосланишни акс эттиради. Зарафшон дарёсида кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ<sub>5</sub>) ўртача кўп йиллик миқдори  $0,95 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  дан  $2,21 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  гача ўзгариб туради. Ф. Э. Рубинованинг фикрича, Ўзбекистон дарёларининг КБИ<sub>5</sub> миқдори 96% ҳолларда  $3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  дан ошмайди ва 20% ҳолларда  $1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  дан кам. Зарафшон хавзасида бу кўрсаткич баланд тоғ минтақасида ( $N_{yp} > 3 \text{ км}$ )

2,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> дан, паст тоғли ҳудудда 4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> гача ўзгариб туради [Рубинова, Иванов, 2005].

Зарафшон дарёсининг Равотхўжа кузатув пунктида КБИ<sub>5</sub> миқдори 0,48-3,88 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, Бухоро (қуйи) кузатув пунктида 1,33-2,93 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилади (2-жадвал).



7-расм. Зарафшон дарёси сувида фосфор ва темир миқдорининг оқим бўйлаб ўзгариши (1990-2019 йй.)

Рис. 7. Изменения по течению концентрации фосфора и железа в воде реки Зеравшан (1990-2019 гг.)

Fig. 7. Changes of concentration of phosphorus and iron in the water of the Zarafshan river (1990-2019)

Дарё суви сифатининг энг муҳим кўрсаткичларидан бири – *кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ)* бўлиб, у оксидловчи моддалар таъсирида сув таркибидаги органик моддаларни кимёвий оксидлаш жараёнида истеъмол қилинган кислород миқдорини билдиради.

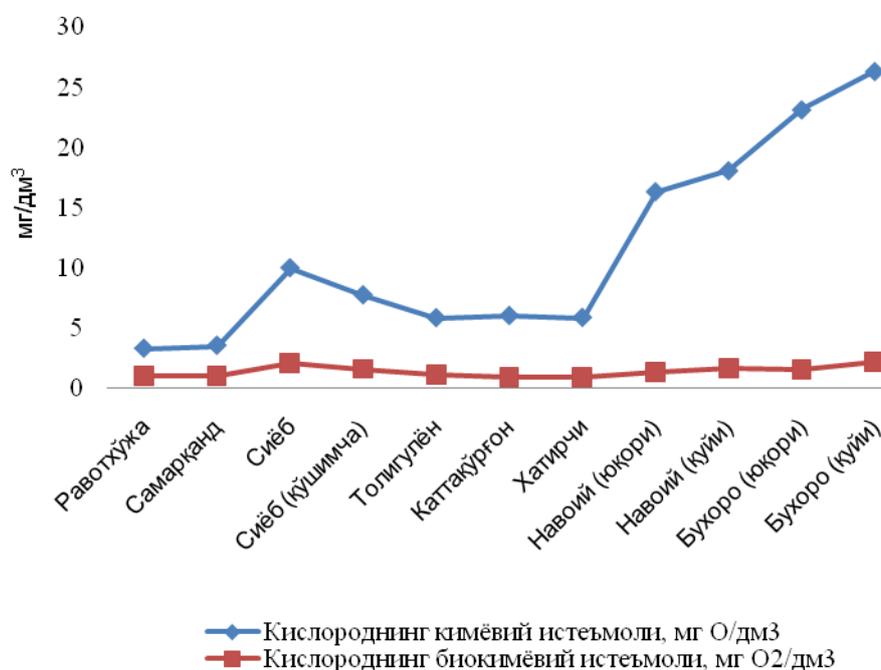
Зарафшон дарёсининг дарё оқими бўйлаб ўртача кўп йиллик ККИ миқдори 3,32-26,3 мгО/дм<sup>3</sup> оралиғида кузатилади. Дарёнинг Равотхўжа кузатув пунктида ККИ миқдори 1,75-4,26 мгО/дм<sup>3</sup>, Бухоро (қуйи) кузатув пунктида 17,6-34,7 мгО/дм<sup>3</sup> ни ташкил қилади (2-жадвал). Дарёнинг Сиёб кузатув пунктида ККИ миқдори Равотхўжа кузатув пунктига нисбатан уч марта ортади, Навоий (юқори) кузатув пунктидан то Бухоро (қуйи) кузатув пунктигача эса ККИ миқдори кескин ортиб боради (8-расм).

Ҳозирги вақтда республикада сув сифатини комплекс баҳолаш учун 6 та гидрокимёвий кўрсаткич (сувда эриган кислород миқдори, кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ) ва рухсат этилган концентрация (РЭК) га нисбатан энг юқори кўрсаткичга эга бўлган бошқа тўртта ифлослантурувчи модда) нинг ўрта арифметик қиймати сифатида ҳисобланадиган сувнинг ифлосланиш индексидан (СИИ) фойдаланилади. СИИ бўйича сувлар етти синфга ажратилади: I синф - тоза сувлар, II синф - кучсиз ифлосланган, III синф - қисман ифлосланган, IV синф - кам ифлосланган, V синф - ифлосланган, VI синф – ифлос ва VII синф - жуда ифлос [Национальный доклад, 2013].

Зарафшон дарёси сувининг кўп йиллик маълумотлар бўйича таҳлили дарё сувидаги ифлослантурувчи моддалар - минерализация, ККИ ва КБИ<sub>5</sub>, азот бирикмалари (аммоний, нитрит, нитрат), фтор, темир ва оғир металлар (мис, рух, хром) миқдори дарёнинг

Самарқанд вилояти худудидан бошлаб қуйига, Навоий ҳамда Бухоро вилоятларига томон ортиб боришини кўрсатади, у СИИ қийматини ортишида ҳам акс этади (3-жадвал).

Дарёнинг Равотхўжа ҳамда Самарқанд кузатув пунктларида 1990-2019 йиллар давомида СИИ II (кучсиз ифлосланган) синфдан III (қисман ифлосланган) синф оралиғида ўзгаради. Дарё сувининг Равотхўжа кузатув пунктида асосий ифлослантирувчи моддалар оғир металллар ҳисобланади.



8-расм. Зарафшон дарёси сувида КБИ<sub>5</sub> ва ККИ миқдорининг оқим бўйлаб ўзгариши (1990-2019 йй.)

Рис. 8. Изменения по течению БПК<sub>5</sub> и ХПК в воде реки Зеравшан (1990-2019 гг.)

Fig. 8. Changes of BOD<sub>5</sub> and COD in the water of the Zarafshan river (1990-2019)

Дарёнинг Сиёб кузатув пунктида СИИ II (кучсиз ифлосланган) синфдан IV (кам ифлосланган) синф оралиғида ўзгаради.

Дарёнинг Сиёб (қўшимча) кузатув пунктида СИИ III (қисман ифлосланган) синфдан V (ифлосланган) синф оралиғида ўзгариши кузатилади. Бу кузатув пунктларида дарё Самарқанд шаҳрининг коммунал-маиший ҳамда саноат корхоналарининг катта ҳажмдаги оқова сувлари дарёга ташланиши ҳисобидан ифлосланади.

Дарёнинг Толигулён кузатув пунктида СИИ II (кучсиз ифлосланган) синфдан V (ифлосланган) синф оралиғида, Каттақўрғон кузатув пунктида СИИ II (кучсиз ифлосланган) синфдан IV (кам ифлосланган) синф оралиғида, Хатирчи кузатув пунктида СИИ II (кучсиз ифлосланган) синфдан III (қисман ифлосланган) синф оралиғида ўзгаради.

Дарёнинг Навоий (юқори) ҳамда Навоий (қуйи) кузатув пунктларида СИИ II (кучсиз ифлосланган) синфдан IV (кам ифлосланган) синф оралиғида ўзгаради.

Дарёнинг Бухоро (юқори) ҳамда Бухоро (қуйи) кузатув пунктларида 2011-2019 йиллар давомида СИИ III (қисман ифлосланган) синфдан IV (кам ифлосланган) синф оралиғида ўзгаради.

Кузатилган йиллар давомида Зарафшон дарёси сувининг ифлосланиш индекси (СИИ) бўйича барча кузатув пунктларида II (кучсиз ифлосланган) синфдан

V (ифлосланган) синф оралиғида ўзгариб туради. Дарёнинг Сиёб, Сиёб (қўшимча), Навоий (қуйи) ҳамда Бухоро (қуйи) кузатув пунктларида бошқа кузатув пунктларига нисбатан СИИ юқори. Унда асосий ифлослантирувчи моддалардан минерализация, кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ), нитритлар (NO<sub>2</sub>), фенол, мис, рух, хром миқдори рухсат этилган меъёр (РЭМ) дан ортади.

3-жадвал

Зарафшон дарёси сувининг ифлослиниш даражаси, СИИ (1990-2019 йй.)

Таблица 3

Степень загрязнения воды реки Зеравшан, ИЗВ (1990-2019 гг.)

Table 3

Degree of water contamination of the Zarafshan river, WPI (1990-2019)

Кузатув пунктлари/ йиллар	Равоғхўжа	Самарқанд	Сиёб	Сиёб (қўшимча)	Толнгулён	Қаттақўрғон	Хатирчи	Навоий (юқори)	Навоий (қуйи)	Бухоро (юқори)	Бухоро (қуйи)
1990	1,63 III	1,6 III	2,3 III	2,28 III	1,96 III	2,41 III	1,38 III	3,58 IV	3,46 IV	-	-
1991	2,07 III	1,94 III	2,46 III	2,22 III	2,23 III	1,74 III	2,35 III	2,18 III	2,82 IV	-	-
1992	1,24 III	1,73 III	1,84 III	3,19 IV	1,69 III	1,92 III	1,91 III	1,45 III	2,15 III	-	-
1993	1,73 III	1,64 III	2,06 III	5,73 V	4,58 V	2,55 IV	-	1,85 III	2,09 III	-	-
1994	1,03 III	0,97 II	2,47 III	4,33 V	1,5 III	1,42 III	1,26 III	1,78 III	1,19 III	-	-
1995	0,74 II	0,93 II	2,66 IV	2,25 III	1,71 III	1,99 III	1,46 III	1,44 III	2,11 III	-	-
1996	0,74 II	0,76 II	1,81 III	2,64 IV	1,23 III	1,39 III	1,1 III	1,67 III	2,44 III	-	-
1997	0,64 II	0,68 II	1,45 III	1,83 III	0,75 II	1,36 III	1,14 III	1,49 III	2,22 III	-	-
1998	0,63 II	0,59 II	1,4 III	1,76 III	1,08 III	1,38 III	1,1 III	1,93 III	3,02 IV	-	-
1999	0,64 II	0,62 II	0,92 II	1,27 III	0,79 II	1,35 III	0,82 II	1,85 III	1,44 III	-	-
2000	0,44 II	0,52 II	1,11 III	1,4 III	0,85 II	1,3 III	1,52 III	1,3 III	2,34 IV	-	-
2001	0,73 II	0,75 II	1,09 III	1,64 III	1 II	1,18 III	1,04 III	1,12 III	1,79 III	-	-
2002	0,61 II	0,53 II	1,95 III	3,01 IV	1,12 III	0,9 II	1,02 III	1,01 III	1,45 III	-	-
2003	1,05 III	1,03 III	1,41 III	1,98 III	1,42 III	1,39 III	1,17 III	0,78 II	1,13 III	-	-
2004	0,69 II	0,67 II	1,74 III	2,12 III	0,76 II	0,65 II	0,79 II	0,82 II	0,79 II	-	-

## 3-жадвалнинг давоми

2005	0,7 II	0,6 II	1 II	2,1 III	0,8 II	0,8 II	0,9 II	0,9 II	1,2 III	-	-
2006	0,65 II	0,54 II	1,35 III	2,08 III	0,59 II	0,64 II	0,64 II	1,04 III	1,38 III	-	-
2007	0,7 II	0,72 II	1,07 III	2,17 III	0,73 II	0,73 II	0,89 II	0,99 II	1,27 III	-	-
2008	0,85 II	0,76 II	1,25 III	1,93 III	1,23 III	1,17 III	0,96 II	1,05 III	1,42 III	-	-
2009	0,81 II	0,92 II	2,03 III	3,66 IV	1,43 III	1,08 III	1,24 III	1,35 III	1,85 III	-	-
2010	0,98 II	0,91 II	1,98 III	3,39 IV	1,08 III	0,93 II	1,2 III	1,56 III	2,05 III	-	-
2011	0,77 II	0,67 II	1,33 III	3,45 IV	1,65 III	1,19 III	1,21 III	1,21 III	2,86 III	1,67 III	1,75 III
2012	0,48 II	0,52 II	1,36 III	3,19 IV	0,86 II	0,88 II	0,88 II	1,41 III	1,52 III	1,99 III	2,02 III
2013	0,82 II	0,87 II	1,42 III	3,5 IV	0,89 II	1,12 III	1,25 III	1,08 III	1,99 III	2,2 III	2,19 III
2014	0,69 II	0,68 II	1,87 III	4,55 V	0,74 II	0,8 II	0,69 II	1,28 III	3,42 IV	2,02 III	2,67 IV
2015	0,59 II	0,66 II	0,84 II	3,91 IV	1,12 III	0,88 II	0,85 II	1,54 III	2,16 III	1,62 III	2,08 III
2016	0,6 II	0,77 II	1,3 III	3,32 IV	1 III	1 III	0,83 II	0,95 II	1,52 II	1,72 III	2,56 IV
2017	0,57 II	0,66 II	1,47 III	3,85 IV	0,71 II	0,69 II	0,67 II	1,34 III	2,05 III	1,92 III	2,07 III
2018	0,91 II	0,98 II	2,2 III	3,99 IV	1,21 III	1,12 III	0,99 II	1,81 III	1,83 III	1,87 III	1,86 III
2019	0,91 II	0,96 II	2,56 IV	4,1 V	1,23 III	1,38 III	1,15 III	1,4 III	1,69 III	1,66 III	1,62 III

Изоҳ: \* суратда – СИИ миқдори, махражда - сувнинг ифлосланиш даражаси синфи, - маълумот йўқ.

Ушбу тадқиқот ишида Зарафшон дарёси оқими бўйлаб сув сифатига антропоген таъсирнинг ортишини миқдорий баҳолаш бажарилди. Бунинг учун дарё оқими шаклланиш зонаси бўлган Тожикистон ҳудудидаги Зарафшон дарёси сув сифати маълумотларини олишни имкони бўлмаганлиги сабабли, чегарадаги Равотхўжа пункти шартли равишда антропоген таъсирга учрамаган пункт сифатида олинди.

Зарафшон дарёси сув сифатининг асосий элементларининг антропоген таъсир натижасида оқим бўйлаб ўзгаришини миқдорий баҳолаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилди:

$$K_i = \frac{X_i}{X_p} * 100\%,$$

бу ерда:  $K_i$  – кўрсаткичларнинг ўзгариш даражаси, %;

$X_i$  – кўрилатган кузатув пунктидаги кўрсаткич, мг/дм<sup>3</sup>;

$X_p$  – Равотхўжа пунктидаги кўрсаткич, мг/дм<sup>3</sup>.

Антропоген таъсир натижасида дарё сувининг минерализацияси Равотхўжа пунктига нисбатан Навоий шаҳри яқинидаги пунктларда 400%га, Бухоро шаҳри яқинидаги пунктларда 800%га ортиши, шунингдек мос равишда хлоридлар 1600% ва 5400%, сульфатлар 800% ва 1500%, натрий 1300% ва 2900%, калий 300% ва 1000%, кальций 250% ва 400%, магний 500% ва 100% га ортиши аниқланди (4-жадвал).

4-жадвал

**Зарафшон дарёси суви сифатининг антропоген таъсир натижасида ўзгариши (1990-2019 йй. учун ўртача йиллик маълумот, Равотхўжа пунктига нисбатан)**

Таблица 4

**Изменение качества воды реки Зеравшан под антропогенным влиянием (среднегодовые значения за 1990-2019 гг. относительно пункта Раватходжа)**

Table 4

**Changes of the water quality of the Zarafshan river under anthropogenic pressure (mean for 1990-2019 comparing to Ravatkhodja point)**

Кузатиш пункти	Ўзгариш даражаси $K_i$ , %							
	$M^1$	Cl	$SO_4^{2-}$	$HCO_3^-$	$Na^+$	$K^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$
Самарқанд	106,6	119,7	109,5	106,6	110,3	111,6	105,4	112,3
Сиёб	154,4	518,4	183,0	204,9	288,0	173,3	180,8	232,7
Сиёб (қўшимча)	214,0	307,9	148,9	153,4	207,1	142,7	140,5	174,4
Толигулиён	137,4	208,1	142,4	131,8	183,3	127,7	120,6	157,4
Каттақўрғон	151,2	223,5	184,4	125,5	241,5	142,6	122,1	175,3
Хатирчи	167,0	223,8	197,3	140,6	251,4	155,5	122,1	200,2
Навоий (юқори)	409,0	1580,6	716,3	176,2	1333,8	287,6	245,5	515,5
Навоий (қуйи)	460,6	1968,8	823,4	173,3	1287,7	334,0	286,6	572,5
Бухоро (юқори)*	841,0	5411,8	1509,4	240,1	2901,5	918,4	413,1	1067,1
Бухоро (қуйи)*	843,3	5383,8	1493,0	251,8	2833,6	1019,5	431,6	1061,6

Изоҳ: \* - Сув сифатини кузатиш Бухоро (юқори) ва Бухоро (қуйи) пунктларида 2011 йилдан олиб борилди.  
 $M^1$  – минерализация.

**Хулоса.** Зарафшон дарёси Тожикистон худудида хавзанинг юқори қисмида жойлашган саноат корхоналари таъсирида токсик моддалар, сурьма билан ифлосланади. Ўзбекистон худудида дарёда минерализация, асосий анион ва катионлар, органик ифлосланишлар миқдори ортади. Дарёнинг бу қисмида ифлосланишларнинг асосий манбаси коммунал маиший, саноат ва қишлоқ хўжалик оқаваларининг дарёга ташланиши билан боғлиқ. Зарафшон дарёсига антропоген таъсирнинг ортиши дарё оқими бўйлаб сув сифатини ёмонлашишига олиб келмоқда.

**Муаллифлар ҳиссаси.** **Б.Э. Нишонov:** Методология, таҳлил, матнни ёзиш, раҳбарлик. **М.Ш. Абдиева:** маълумотларни тўплаш, таҳлил қилиш, графикларни тузиш, матнни ёзиш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашр этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

## АДАБИЁТЛАР

Абдиева М.Ш., Нишонov Б.Э. Зарафшон дарёси хавзасининг гидрохимёвий ўрганилганлиги // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. – Тошкент, 2018. 54-жилд. – Б.186-190.

Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 1990-2019 гг. Ташкент: Узгидромет.

Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан / Под общей ред. Н.М.Умарова.– Ташкент: Chinor ENK, 2013. –256с.

*Никаноров А.М.* Гидрохимия. – СПб: Гидрометеоиздат, 2001. – 444 с.

*Норматов П.И.* Геоэкологическая оценка загрязненности поверхностных вод и снегов бассейна трансграничной реки Зеравшан. – Автореферат дисс. канд. геогр. наук. – Санкт-Петербург, 2016. – 24 с.

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

*Ҳикматов Ф.Ҳ., Ҳайдаров С.А., Ярашев Қ.С., Ширинбоев Д.Н., Зияев Р.Р., Эрлапасов Н.Б., Ғаниев Ш.Р.* Зарафшон дарёси ҳавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари. – Тошкент: Fan va texnologiya, 2016. – 276 б.

*Kulmatov R., Opp Ch., Groll M., Kulmatova D.* Assessment of water quality of the trans-boundary Zarafshan River in the territory of Uzbekistan // Water Resour. and Predic. 2013. V.5 – P. 17-26. <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2013.51003>.

## ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ЗЕРАВШАН ПОД АНТРОПОГЕННЫМ ВЛИЯНИЕМ

**Б.Э. НИШОНОВ<sup>1</sup>, М.Ш. АБДИЕВА<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, [bnishonov@meteo.uz](mailto:bnishonov@meteo.uz)

**Аннотация.** В статье анализировано изменение качества воды трансграничной реки Зеравшан на территории Узбекистана под антропогенным влиянием. На основе многолетних (1990-2019гг.) данных 11 пунктов наблюдений качества воды на реке Зеравшан исследовано пространственно-временные изменения основных показателей воды (минерализация, основные анионы и катионы, биогенные элементы, органические вещества). Выявлено повышение содержания этих компонентов по течению реки от пункта Раватходжа до пункта ниже города Бухара.

**Ключевые слова:** качество воды, минерализация, ионный состав, биогенные элементы, органическое загрязнение, БПК, ХПК, река Зеравшан.

## CHANGES OF THE ZARAFSHAN RIVER WATER QUALITY UNDER ANTHROPOGENIC INFLUENCE

**B.E. NISHONOV<sup>1</sup>, M.Sh. ABDIYEVA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, [bnishonov@meteo.uz](mailto:bnishonov@meteo.uz)

**Abstract.** The article analyzes changes of the transboundary Zarafshan river water quality in the territory of Uzbekistan under anthropogenic influence. Based on long-term (1990-2019) data from 11 water quality observation points on the Zarafshan river, spatial-temporal changes in the main water indicators (mineralization, main anions and cations, biogenic elements, organic substances) were investigated. An increase in the content of these components along the river from the Rawathoja point to the point below the city of Bukhara was revealed.

**Keywords:** water quality, mineralization, ionic composition, biogenic elements, organic pollution, BOD, COD, Zarafshan River

## REFERENCES

*Abdieva M.Sh., Nishonov B.E.* Zarafshon daryosi havzasining gidrokimyoviy o'rganilganligi. [Hydrochemical study of the Zarafshan river basin]. – Tashkent, 2018. Volume 54. PP. 186-190. (in Uzbek)

Yejegodniki kachestva poverxnostnix vod na territorii deyatelnosti Uzgidrometa za 1990-2019 gg. [Yearbooks of surface water quality in the territory of Uzgidromet activity for 1990-2019]. Tashkent: Uzgidromet. (in Russian)

Natsionalniy doklad o sostoyanii okrujayushey sredi i ispolzovanii prirodnix resursov Respubliki Uzbekistan. [National report on state of the environment and use of the natural resources of the Republic of Uzbekistan.]. / Pod. obshey red. N.M.Umarova. - Tashkent: Chinor ENK, 2013. - 256 s. (in Russian)

*Nikanorov A.M.* Gidroximiya. [Hydrochemistry]. – SPb. Gidrometeoizdat, 2001. – 444 s. (in Russian)

*Normatov P.I.* Geoekologicheskaya osenka zagryaznennosti poverxnostnix vod i snegov basseyna transgranichnoy reki Zeravshan. [Geochemical assessment of the contamination of surface water and snow in the transboundary Zeravshan river basin]. – Avtoreferat diss. kand. geogr. nauk. – Sankt-Petesburg, 2016. – 24 s. (in Russian)

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

*Hikmatov F.H., Haydarov S.A., Yarashev Q.S., Shirinboyev D.N., Ziyayev R.R., Erlapasov N.B., Ganiyev Sh.R.* Zarafshon daryosi havzasining gidrometeorologik sharoiti va suv resurslari. [Hydrometeorological condition and water resources of the Zarafshan river basin]. Tashkent: Fan va texnologiya, 2016. – 276 b. (in Uzbek)

УДК: 631.413.3

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД

Ш.О. МУРАДОВ<sup>1\*</sup>, Д.А. РАДЖАБОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Каршинский инженерно-экономический институт, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** *Обоснована необходимость изучения метаморфизации химического состава грунтовых вод для составления прогноза солесодержания в почво-грунтах. Дан анализ химического состава грунтовых и поверхностных вод по их токсичности для орошаемых земель. Обосновано, что формирующими засоление почв и токсичными для растения являются соли, определяющие состав основных химических типов подземных вод. Доказана генетическая основа гидрохимического состава грунтовых вод с соленакоплением в почвах. Изложены принципы изменения (метаморфизации) химического состава грунтовых и поверхностных вод в условиях орошения (прямое и обратное направление). Выявлены некоторые закономерности изменения химического состава грунтовых вод при орошении земель. Дан прогноз засоления (осолонцевания) почв.*

**Ключевые слова:** *грунтовые, поверхностные и гидрокарбонатные воды, метаморфизация, содовое засоление.*

**Введение.** Несмотря на общую достаточно хорошую изученность проблемы засоления и рассоления почв в условиях орошения [Егоров, 1954; Минашина, 1974; Нерозин, 1974; Аверьянов, 1978; Айдаров и др., 1978; Кац, 1982; Парфенова, 1992; Авлиякулов, 1992; Кирейчева, 1993; Маслов и др., 2002; Панов, 2004; Панов и др., 2008; Шишов и др., 2006; Ковда, 2008; Кузиев и др., 2010; Панкова, 2016 и др.], особенности и механизмы привноса солей из грунтовых вод изучены недостаточно из-за трудоемкости и несовершенства методик изучения этих процессов [Панов и др., 2008].

\* Ответственный автор: m.oikos@mail.ru, тел.: +998 90 341-00-53

Основной целью исследований является изучение химического состава грунтовых и поверхностных вод и его изменение в существующих и проектных условиях орошаемых районов региона для оценки типа засоления в настоящее время, а также для составления прогноза изменений засоления в результате интенсивного развития водохозяйственного строительства и орошения земель. В работе Дж.Тиксеронт [Тиксеронт,1958] отмечалось, что в аридных областях круговорот соли необходимо изучать так же, как и круговорот воды. Наиболее вредными при использовании для орошения являются соли натрия. Слабое угнетение растений начинается при содержании обменного натрия в количестве до 10-15% от емкости поглощения почвы, содержание его до 20-35% вызывает очень сильное угнетение растений. При оценке мелиоративного состояния земель учитывается также наличие средне- и труднорастворимых солей (гипса и карбонатов) [Кирейчева, 1993]. Как указывают М.П.Толстой и В.А.Малыгин [Толстой и др., 1976], степень вредности солей натрия можно выразить следующим отношением:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{NaCl} : \text{Na}_2\text{SO}_3 = 1:3:10$ . При сравнении солей по степени их токсичности В.А.Ковда [Ковда, 1946-1947] предлагает следующую оценку: если условно считать, что токсичность соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) равна 10 баллам, то токсичность хлорида натрия ( $\text{NaCl}$ ) – 7 баллам, сульфат натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) и магнезия ( $\text{MgSO}_4$ ) – 5-3 баллам, а сульфата кальция ( $\text{CaSO}_4$ ) и углекислого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) – примерно 1 баллу. И далее он отмечает, что слабое угнетение культурных растений начинается, когда содержание обменного натрия составляет 10-15% от ёмкости поглощения почвы. Если содержание обменного натрия увеличивается до 20-25%, угнетение растений усиливается. Токсичными для растений являются также и другие соли:  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ . Содержание соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в количестве уже 300 мг/л вредно для растений, в то время, как такое же содержание гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) безвредно.

Существенным источником образования соды кроме процессов выветривания являются обменные химические, физико-химические и биохимические реакции в подземных водах, почвах и озёрах [Ковда, 2008].

Считают, что оросительная вода с содержанием бикарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ) менее 1,25 мг-экв/л не опасна с точки зрения содового засоления почв; воду, содержащую от 1,25 до 2,5 мг-экв/л, можно применять; а вода с содержанием бикарбоната натрия более 2,5 мг-экв/л - непригодна для орошения [Wilcox, 1958]. Вода с одним и тем же содержанием  $\text{NaHCO}_3$  опасна для почвы при pH больше 7, но оказывает улучшающее действие на почвы с pH меньше 7. Токсическое действие нормальной соды в четыре раза выше, чем бикарбонат натрия [Kanwar,1968]. Предельно допустимое содержание нормальной соды в оросительной воде составляет 0,2 мг-экв/л [Szabolon, Darab1968], при орошении тяжелых по механическому составу почв.

Даже из этого краткого перечисления видно, что формирующими засоление почв и токсичными для растений являются соли, определяющие состав основных химических типов подземных вод. Исходя из этого, задачами исследований является, рассмотрение засоление почв в тесной взаимосвязи с процессами изменения химического состава (метаморфизации) грунтовых и, частично, поверхностных вод. При подъеме грунтовых вод, вторичном засолении скорость осолонцевания самая высокая, причем осолонцевание наблюдается независимо от качества поливной воды [Татаринцев и др., 2004]. Выявление этой взаимосвязи особенно необходимо для правильного прогнозирования тенденций солевого процесса в почвах при длительной эксплуатации орошаемых земель.

**Методы и объект исследований.** Как отмечают Е.И. Панкова и др., в основе классификации почв по химизму засоления лежат принципы оценки, предложенные В.А.Ковдой с соавторами [Ковда и др., 1960], она используется в СНГ и приводится в работе А.Г.Владимирова [Владимиров, 1960]. Согласно этой классификации, выделяются четыре провинции соленакопления.

Из сравнения провинций соленакопления с гидрохимическими типами подземных вод видно, что по солевому составу они практически тождественны. Это явление не случайное, оно имеет генетическую основу, что позволяет, с одной стороны, распространить гидрохимические классификации вод на типы засоления почв, а с другой стороны, прогнозировать эволюцию типов засоления почв в связи с изменением во времени гидрохимического типа грунтовых вод. Это подтверждается исследованиями В.М. Боровского [Боровский, 1978], из которых следует, что любой способ орошения «вносит коренное изменение в процесс развития всего ландшафта орошаемого массива», так как объектом мелиорации становится весь ландшафт, в котором почву и грунтовые воды следует рассматривать как единую взаимосвязанную систему. Схема сопоставления гидрохимических типов с типами соленакопления в почвах дана на рис. 1.

Здесь вертикальными стрелками показаны направления метаморфизации подземных вод и солевого состава почв. По аналогии с гидрологической терминологией предлагается называть переход от сульфатно-содового типа засоления к хлоридному метаморфизацией солевого состава в прямом направлении, а переход от хлоридного к сульфатно-содовому типу – метаморфизацией в обратном направлении. В природе указанная выше схема, осуществляется как правило.



Рис.1. Взаимосвязь химических типов подземных вод с типами засоления почв

Fig. 1. Relationship of chemical types of groundwater with types of soil salinity

Накопление нормальных карбонатов в подземной воде привело к широкому развитию содового засоления почв. Э.С.Варунцян делает правильный вывод о том, что выявление высокой щелочности, солонцеватости и образование нормальной соды в почвах Северной Мугани являются объективной конечной стадией мелиорации и при естественном течении процессов неизбежны [Варунцян, 1977]. Как отмечают Г. Юлдашев

и С.Зокирова [Юлдашев и др., 2007], в грунтовых водах Центральной Ферганы наблюдается образование  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ , временами появляющаяся сода требует химического и биохимического изучения данного процесса.

Итак, в аридной зоне часто наблюдается процесс содообразования, что связано с поступлением обменного натрия из солонцов, широко распространенных в комплексных типах почв. Это свидетельствует о том, что в результате оросительных мелиораций в составе солевого комплекса почв происходят изменения не только в положительную (с точки зрения человека), но и в отрицательную стороны. Однако эти изменения закономерны – ведь они очень тесно связаны с основным законом метаморфизации химического состава природных вод, сам же процесс эволюции солевого облика почв определяется этим законом и, вследствие этого, может быть предсказан. Как отмечает В.А.Ковда, до настоящего времени не учитывались различия и особенности процессов соленакопления в почвенных растворах и грунтовых водах [Ковда, 2008].

Ниже, на примере юга Узбекистана, считающейся репрезентативной территорией аридной зоны Центральной Азии, рассматриваются некоторые закономерности изменения солевого состава грунтовых вод при орошении и хозяйственном освоении земель. На основе многолетних данных (1960-2018) Кашкадарьинской гидрорежимной партии были построены корреляционные зависимости между приоритетными ионами и общей минерализацией ( $M=f(\text{Ca}^{+2}, \text{Mg}^{+2}, \text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Cl}^-, \text{SO}^{-2})$ ).

Данные статистических кривых пересчитывались в миллиграмм–эквивалентную и эквивалент–процентную форму, а затем определялись также некоторые соотношения индивидуальных ионов. По этим данным построены диаграммы гипотетического солевого состава грунтовых вод (рис. 2) и графики ионных коэффициентов (рис. 3).

**Результаты исследования.** Из рассмотрения рис. 2а и 3а следует, что вероятный солевой состав грунтовых вод в бассейне р. Кашкадарья от 0,5 до 20 г/л характеризуется наличием пяти солей:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , т.е. вода по средне-статистическому данным относится к сульфатно–натриевому гидрохимическому типу по классификации Сулина В.А. Исходя из этого, следует ожидать, что засоление почв будет происходить в основном за счет сульфатных солей и хлористого натрия. И действительно, по фактическим данным, засоление почв во всех Эколого-водохозяйственных районах (ЭВХР), относится к сульфатно – хлоридному и хлоридно – сульфатному типам.

С повышением минерализации грунтовых вод роль отдельных солей уменьшается. Так, при минерализации 2-3 г/л начинается резкое высаливание гидрокарбонатов. Относительное содержание гипса в растворах максимально при минерализации 3-4 г/л. В содержании хлористого натрия наблюдается минимум при минерализации 2-4 г/л. Из рассмотрения рис. 2а и кривых изменения соотношений  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$  на рис. 3а можно сделать вывод, что одним из растворообразующих факторов при повышении минерализации растворов выше 2-3г/л является выпадение из растворов сначала гидрокарбонатов и карбонатов, а затем и гипса на фоне устойчивого и почти пропорционального увеличения концентрации солей  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{NaCl}$ .

На рис. 3а особенно отчетливо видно, что основные преобразования ионного состава происходят в интервале от 0,5 до 5 г/л. Лессовые породы, как известно, в значительной мере обогащены обменным кальцием. Гидрокарбонат и карбонат кальция растворов, равновесный с обменным кальцием пород, начинает быстро выделяться из растворов с карбонатами уже при минерализации 1,5-2,0 г/л. Равновесие нарушается, но вскоре опять восстанавливается, так как в раствор переходят дополнительные порции обменного кальция, которые ассоциируют с сульфатным ионом. При минерализации свыше 5 г/л содержание  $\text{CaSO}_4$  в водах идет на убыль, и относительная доля натрия в растворах повышается до 50-55%. Поглощенный комплекс пород также обогащается натрием. Таким образом, при концентрировании растворов наблюдается довольно

сложная картина протекания ионообменных процессов, в основном, за счет перераспределения  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ .

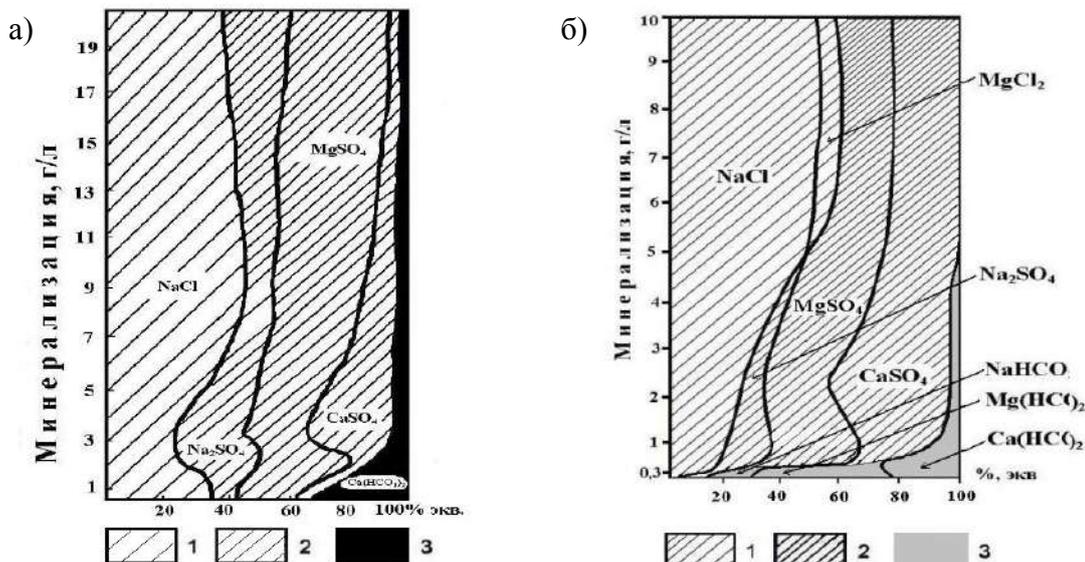


Рис. 2. Гипотетический солевой состав грунтовых вод Кашкадарьинского (а) и Сурхан-Шерабадского (б) бассейнов в зависимости от величины минерализации  
Соли: 1 – хлоридные; 2 – сульфатные; 3 – гидрокарбонатные

Fig. 2. Hypothetical salt composition of the ground waters of the Kashkadarya (a) and Surkhan-Sherabad (b) basins depending on the mineralization value.  
Salts: 1 – chloride; 2 – sulfate; 3 – bicarbonate

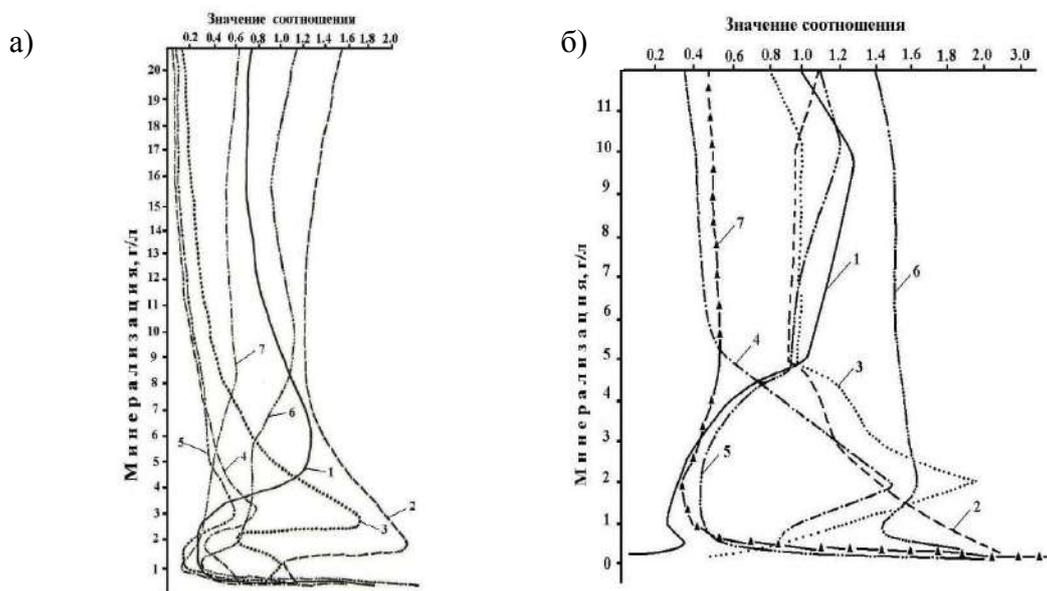


Рис. 3. Изменение соотношений катионов и анионов в грунтовых водах Кашкадарьинского (а) и Сурхан-Шерабадского (б) бассейнов в зависимости от величины минерализации  
Соотношения: 1- $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ; 2- $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ; 3- $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ ; 4- $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ; 5- $\text{Ca}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$ ; 6- $\text{Na}^+/\text{SO}_4^{2-}$ ; 7- $\text{Mg}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$

Fig. 3. Changes in the ratio of cations and anions in the ground waters of the Kashkadarya (a) and Surkhan-Sherabad (b) basins depending on the amount of mineralization  
Ratios: 1- $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ; 2- $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ; 3- $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ ; 4- $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ; 5- $\text{Ca}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$ ; 6- $\text{Na}^+/\text{SO}_4^{2-}$ ; 7- $\text{Mg}^{+2}/\text{SO}_4^{2-}$

Анализ по Сурхан-Шерабадскому бассейну позволил выявить некоторые закономерности (рис. 2б и 3б). Прогнозируемый солевой состав грунтовых вод в интервале 0,3-10 г/л характеризуется наличием восьми солей: NaCl, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, т.е. вода по среднестатистическим данным относится к сульфатно-натриевому гидрохимическому типу.

**Обсуждение.** Е.И.Панкова считает, что прежде всего, необходимо провести инвентаризацию орошаемых земель на основе современных методов дистанционного зондирования и моделирования процессов засоления-рассоления для отдельных массивов орошения для того, чтобы установить направленность и интенсивность процесса соленакопления [Панкова, 2016].

Наши анализы именно способствуют определить направленность соленакопления в почве. Они показали, что засоление почв региона будет происходить в основном за счет сульфатных солей и хлористого натрия. С повышением минерализации грунтовых вод роль отдельных солей в процессе засоления меняется, так при минерализации 0,3-4,5 г/л в растворе появляются гидрокарбонаты. При дальнейшем росте минерализации из растворов выпадает сначала гидрокарбонаты, а затем сульфат натрия на фоне устойчивого и почти пропорционального увеличения концентрации солей MgSO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>, NaCl. Основные преобразования ионного состава происходят в интервале 0,3-4,5 г/л. Процесс появления гидрокарбонатов Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и закономерно Na<sup>+</sup> в верхних ЭВХР, где низкая температура грунтовых вод, может быть ускорен также большим растворением углекислоты воздуха.

Для прогнозирования характера засоления почв региона в будущем наибольший интерес представляют статистические данные по наиболее пресным грунтовым водам (минерализация 0,3-1,0 г/л). Как видно из рис. 2 и 3, в них содержится много гидрокарбонатов (25-35%; 30-80%), почти отсутствует гипс и очень мало характерной (специфической) для сульфатно-натриевого типа подземных вод соли Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, (4-10%; 10-15%). Можно констатировать, что намечается общая тенденция приближения состава подземных вод к гидрокарбонатно-натриевому типу, так как после полного исчезновения сульфат-натрия, на смену ему могут прийти гидрокарбонаты и карбонаты натрия, а основное средство против соды – гипс – в этих водах почти отсутствует.

#### **Выводы.**

1. Приведенные закономерности составляют теоретическую основу для прогнозов вторичного засоления почв и грунтов при орошении.

2. При длительной эксплуатации оросительных систем и отмывке хлористых и сульфатных солей происходит уменьшение минерализации грунтовых вод, они метаморфизируются в обратном направлении.

3. На примере юга Узбекистана, появление локальных очагов содового засоления почв на перспективу в республике (Ферганская долина, Ташкентская, Самаркандская и Джизакская области) не исключено. Однако геологические запасы хлористых и сульфатных солей здесь настолько значительны, что при существующих масштабах выноса их ирригационно-дренажными водами возможно появление очагов нового засоления почв не ранее чем через 3-4 года.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- Аверьянов С.Ф.* Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978. – 288 с.  
*Авлиякулов А.Э.* Гидромодульное районирование и режим орошения хлопковых культур при интенсивном ведении их в Сурхан-Шерабадской долине. – Ташкент: Мехнат, 1992. – 610 с.  
*Айдаров И.П., Клыков В.Е., Пестов Л.Ф., Шульгин Д.Ф.* Математическая модель динамики ионов натрия и кальция в почвах // Почвоведение. – М.: 1978. – № 8. – С. 134-141.

- Боровский В.М.* Геохимия засоленных почв Казахстана. – М.: Наука, 1978. – 192 с.
- Варуцян Э.С.* Рассоление грунтовых вод на орошаемых землях. – М.: Колос, 1977. – 174 с.
- Владимиров А.Г.* Эффективность горизонтального дренажа и мелиоративно-гидрогеологическое районирование Голодной степи // Гидротехника и мелиорация. – М.: 1960. – № 3. – С. 44-45.
- Егоров В.В.* Засоление почв и их освоение. – М.: АН СССР, 1954. – 112 с.
- Засоленные почвы России / Отв. редакторы Л.Л. Шишов, Е.И. Панкова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 854 с.
- Кац Д.М.* Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель. – М.: ВНИИГиМ, 1982. – Вып. 1. – 73 с.
- Кирейчева Л.В.* Экологические принципы создания дренажных систем на орошаемых землях: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – М.: ВНИИГиМ, 1993. – 49 с.
- Ковда В.А.* Происхождение и режим засоленных почв. – М.: АН СССР, 1946-1947. – Т. 1-2. – С. 375-573.
- Ковда В.А., Егоров В.В., Муратова В.С., Строганов Б.П.* Классификация почв по степени и качеству засоления в связи с солеустойчивостью растений // Ботанич. журн. – 1960. – № 8. – С. 189-201.
- Ковда В.А.* Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. – М.: Наука, 2008. – 415 с.
- Кузиев Р.К., Сектименко В.Е.* Почвы Узбекистана. – Ташкент: Extremumpress. 2009. – 251 с.
- Маслов Б.С., Колганов А.В., Гулюк Г.Г., Гусёнков Е.П.* История мелиорации в России. – М.: ФГНУ "Росинфорагротех", 2002. – Т.1. – 508 с.
- Маслов Б.С., Колганов А.В., Гулюк Г.Г., Гусёнков Е.П.* История мелиорации в России. – М.: ФГНУ "Росинфорагротех", 2002. – Т.2. – 527 с.
- Маслов Б.С., Колганов А.В., Гулюк Г.Г., Гусёнков Е.П.* История мелиорации в России. – М.: ФГНУ "Росинфорагротех", 2002. – Т.3. – 257 с.
- Минашина Н.Г.* Орошаемые почвы пустыни и их мелиорация. – М.: Колос, 1974. – 350 с.
- Нерозин А.Е.* Мелиорация засоленных орошаемых земель Узбекистана. – Ташкент, Узбекистан, 1974. – 103 с.
- Панкова Е.И.* Засоление орошаемых почв среднеазиатского региона: старые и новые проблемы // Аридные экосистемы. – М.: 2016, том 22, №4(69). – С. 21–29.
- Панов Г.А.* Лизиметрические установки Челябинской опытно-мелиоративной станции Урал – НИИВХ / Лизиметрические исследования в России: сб. науч. публ. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2004. – С. 187-190.
- Панов Г.А., Муромцев Н.А., Шуравилин А.В.* Особенности поступления солей из грунтовых вод в ирригационно-гидроморфные почвы на южном Урале // Мелиорация и водное хозяйство. – М.: 2008. – № 3. – С. 33-35
- Парфенова Н.И.* Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М.: 1992. – 51 с.
- Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Евсюков В.А., Пушкарева Т.И.* Экологические проблемы орошения в степной зоне Западной Сибири // Мелиорация и водное хозяйство. – М.: 2004. – № 2. – С. 30-32.
- Тиксеронт Дж.* Водные ресурсы аридных районов. В кн.: Будущее аридных земель. – М.: Изд-во Ин. лит., 1958. – С. 73-97.
- Толстой М.П., Малыгин В.А.* Основы геологии и гидрогеологии. – М.: Недра, 1976. – 279 с.
- Юлдашев Г., Закирова С.* Шур ер мелиорацияси // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Ташкент, 2007. – № 6. – Б. 22.
- Kanwar I.S., Kanwar B.S.* Quality of Irrigation Water. Frans. of 9<sup>th</sup>. Int. Congr. Of Soil Sci. V.1, Adelaide, Australia, 1968. – P. 21-23.
- Szabolon I., Darab K.,* Salt balance and salt Frans. Of 9th. Int. Congr. of Soil Sci. V.1, Adelaide, Australia, 1968. – P. 28-31.
- Wilcox L. V.* Determination of irrigation water quality // Inf. Bull. 197, 1958, USA, Washington. – PP. 13-15.

**СИЗОТ СУВЛАРИ КИМЁВИЙ ТАРКИБИНИНГ ЎЗГАРИШИ ҚОНУНИЯТЛАРИ  
АСОСИДА ТУПРОҚ ДЕГРАДАЦИЯСИНИ БАҲОЛАШ****Ш.О.МУРАДОВ<sup>1</sup>, Д.А.РАДЖАБОВА<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** Тупроқдаги туз миқдорини баҳолаш учун ер ости сувларининг кимёвий таркиби метаморфизациясини ўрганиш зарурияти асосланди. Суғориладиган ерлар учун зарур бўлган ер ости ва ер усти сувларининг токсиклигига қараб кимёвий таркибининг таҳлили батафсил ёритилган. Тупроқнинг шўрланишини ҳосил қилувчи ва ўсимликлар учун заҳарли бўлган тузлар ер ости сувларини асосий кимёвий турларининг таркиби эканлиги асосланган. Тупроқда тузларнинг тўпланиши ва сизот сувлари гидрокимёвий таркиби генетик асослари исботланган. Суғориш даврида сизот ва ер усти сувларининг кимёвий таркиби (метаморфизация)нинг (тўғридан-тўғри ёки тескари йўналишда) ўзгариши тамойиллари баён этилган. Ерларни суғоришда сизот сувларининг кимёвий таркиби ўзгаришини баъзи қонуниятлари аниқланган. Тупроқнинг шўрланиши (шўрхокланиши) башорати келтирилган.

**Калит сўзлар:** Сизот, ер усти ва гидрокарбонатли сувлар, метаморфизация, содали шўрланиш.

**FORECASTING OF SOIL DEGRADATION ON THE BASIS OF REGULARITIES OF  
CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER****Sh.O. MURADOV<sup>1</sup>, D.A. RADZHABOVA<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Karshi Engineering Economic Institute, m.oikos@mail.ru

**Abstract.** *The necessity of studying the metamorphosis of the chemical composition of ground water for the prediction of salt content in soil-grunts is justified. The analysis of the chemical composition of ground water and surface water according to their toxicity for irrigated lands is given. It is proved that the salts that determine the composition of the main chemical types of groundwater are the ones that form the salinization of soils and are toxic to the plant. The genetic basis of the hydrochemical composition of groundwater with salt accumulation in soils is proved. The principles of changing (metamorphosing) the chemical composition of ground and surface waters under irrigation conditions (forward and reverse direction) are described. Some regularities of changes in the chemical composition of ground water during land irrigation are revealed. The forecast of salinization (salinization) of soils is given.*

**Keywords:** *Ground, surface and bicarbonate waters, metamorphosis, soda salinization.*

**REFERENCE**

- Averyanov S.F. Borba s zasoleniem oroshaemx zemel [Fight against salinization of irrigated lands]. – M.: Kolos, 1978. – 288 s. (in Russian)
- Avliyakov A.E. Gidromodulnoe rayonirovanie i rejim orosheniya xlopkovx kultur pri intensivnom vedenii ix v Surxan-Sherabadskey doline.[Hydromodular zoning and irrigation regime of cotton crops under intensive management in the Surkhan-Sherabad valley]. – Tashkent: Mehnat, 1992. – 610 s. (in Russian)
- Aidarov I.P., Klykov V.E., Pestov L.F., Shulgin D.F. Matematicheskaya model dinamiki ionov natriya i kalsiya v pochvax [Mathematical model of dynamics of sodium and calcium ions in soils] // Soil Science. – M.: 1978. – No. 8. – S. 134-141. (in Russian)
- Borovsky V.M. Geoximiya zasolennx pochv Kazaxstana [Geochemistry of saline soils of Kazakhstan]. – M.: Nauka, 1978. – 192 s. (in Russian)
- Varuntsyan E.S. Rassolenie gruntovx vod na oroshaemx zemlyax [Desalination of ground waters on irrigated lands]. – M.: Kolos, 1977. – 174 s. (in Russian)

*Vladimirov A.G.* Effektivnost gorizontalnogo drenaja i meliorativno-gidrogeologicheskoe rayonirovanie Golodnoy stepi [Efficiency of horizontal drainage and meliorative-hydrogeological zoning of the Hungry steppe] // *Gidrotekhnika i melioratsiya*. – M.: 1960. – No. 3. – S. 44-45. (in Russian)

*Egorov V.V.* Zasolenie pochv i ix osvoenie [Salinization of soils and their development]. – M.: AN SSSR, 1954. – 112 s. (in Russian)

*Zasolenne pochv Rossii* [Saline soils of Russia] / Rel. editors L.L. Shishov, E.I. Pankova. – M.: ICC "Akademkniga", 2006. – 854 s. (in Russian)

*Katz D.M.* Metodicheskie rekomendatsii po kontrolyu za meliorativnm sostoyaniem oroshaemx zemel [Methodological recommendations for monitoring the meliorative state of irrigated lands]. – M.: VNIIGiM, 1982. – Tom 1. – 73 s. (in Russian)

*Kireicheva L.V.* Ekologicheskie prinsip sozdaniya drenajnx sistem na oroshaemx zemlyax [Ecological principles of creating drainage systems on irrigated lands: Abstract of the Doctor of Technical Sciences]. – M.: VNIIGiM, 1993. – 49 s. (in Russian)

*Kovda V.A.* Proisxojdenie i rejim zasolennx pochv [the Origin and mode of saline soils]. – M.: AN SSSR, 1946-1947. – T. 1-2. – S. 375-573. (in Russian)

*Kovda V.A., Egorov V.V., Muratova V.S., Stroganov B.P.* Klassifikatsiya pochv po stepeni i kachestvu zasoleniya v svyazi s soleustoychivostyu rasteniy [Soil Classification according to the degree and quality of salinization in connection with the salt tolerance of plants] // *Botanic. Sib.* – 1960. – No. 8. – S. 189-201. (in Russian)

*Kovda V.A.* Problem opustnivaniya i zasoleniya pochv aridnx regionov mira [Problems of desertification and salinization in arid regions of the world]. – M.: Nauka, 2008. – 415 s. (in Russian)

*Maslov B.S., Kolganov A.V., Gulyuk G.G., Gusenkov E.P.* Istoriya melioratsii v Rossii History of land reclamation in Russia. – M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2002. – Tom. 1. – 508 s. (in Russian)

*Maslov B.S., Kolganov A.V., Gulyuk G.G., Gusenkov E.P.* Istoriya melioratsii v Rossii [History of land reclamation in Russia]. – M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2002. – Tom. 2. – 527 s. (in Russian)

*Maslov B.S., Kolganov A.V., Gulyuk G.G., Gusenkov E.P.* Istoriya melioratsii v Rossii [History of land reclamation in Russia]. – M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2002. – Tom. 3. – 257 s. (in Russian)

*Minashina N.G.* Orosshaeme pochv pustni i ix melioratsiya [Irrigated desert soils and their melioration]. – M.: Kolos, 1974. – 350 s. (in Russian)

*Nerozin A.E.* Melioratsiya zasolennx oroshaemx zemel Uzbekistana [Melioration of saline irrigated lands of Uzbekistan]. – Tashkent, Uzbekistan, 1974. – 103 s. (in Russian)

*Panov G.A.* Lizimetricheskie ustanovki Chelyabinskoy optno – meliorativnoy stansii Ural – NIIVX [Lisinetskiy installation Chelyabinsk experimental reclamation plant Ural – niivh] // *Linometrics studies in Russia: collection of scientific works. publ. Moscow: research Institute CRNS, 2004.* – S. 187 – 190. (in Russian)

*Panov G.A., Muromtsev N.A., Shuravilin A.V.* Osobennosti postupleniya soley iz gruntovx vod v irrigatsionno-gidromorfne pochv na yujnom Urale [Peculiarities of receipt of the salts from the groundwater in irrigation and hydromorphic soils in the southern Urals] // *Melioration and water economy.* – M.: 2008. – No. 3. – S. 33-35. (in Russian)

*Parfenova N.I.* Ekologicheskie prinsip regulirovaniya gidrogeoximicheskogo rejima oroshaemx zemel [Ecological principles of regulation of the hydrogeochemical regime of irrigated lands]: Autoref. dis. ... doctor of technical sciences. – M.: 1992. – 51 s. (in Russian)

*Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Evsyukov V.A., Pushkareva T.I., Parfenova N.I.* Ekologicheskie problem orosheniya v stepnoy zone Zapadnoy Sibiri [Ecological problems of irrigation in the steppe zone of Western Siberia]. – M.: 2004. – No. 2. – S. 30-32. (in Russian)

*Tixeront J.* Vodnie resursi aridnix rayonov. V kn.: Budushee aridnix zemel' [Water resources of arid areas. In the book: The future of arid lands]. – M.: Publishing House In. lit., 1958. – S. 73-97. (in Russian)

*Tolstoy M.P., Malygin V.A.* Osnovi geologii i gidrogeologii [Fundamentals of geology and hydrogeology]. – M.: Nedra, 1976. – 279 s. (in Russian)

*Yuldashev G., Zakirova S.* Shur yer melioratsiyasi [Melioration of salty land ] // *Uzbekiston kishlok khuzhaligi.* – Toshkent, 2007. – No. 6. – B. 22. (in Uzbek)

УДК: 911.5/9

**НЕТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕСНОЙ ВОДЫ****Ю.Х. ЭРГАШЕВА<sup>1</sup>, Ю.В. ПЕТРОВ<sup>2\*</sup>**<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, yuvpet@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье представлен обзор существующих в настоящее время способов получения пресной воды. Дана оценка возможностей использования каждого из них в аридных зонах Средней Азии. Рассмотрен один из наиболее приемлемых методов электролиза для этих зон, способ получения пресной воды путем ее активной конденсации из атмосферного водяного пара.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, пресная вода, способ сбора воды, конденсация водяного пара, конденсационные установки, питьевая вода.

**Введение.** В течении XX столетия потребление человечеством пресной воды возросло в 6 раз и продолжает расти. Ожидается, что потребность в пресной воде в ближайшие 25 лет увеличивается на 35-40%, а в питьевой воде удвоится, при этом водные ресурсы нашей планеты имеют тенденцию к сокращению. Складывающаяся ситуация привела к тому, что уже в настоящее время одна треть населения живет в странах, где запасы воды ограничены, а к 2025 году уже две трети людей будут жить в таких странах. В их число, в частности, попадут некоторые государства Центральной Азии (Узбекистан, Туркменистан, Казахстан), а также юг Европейской части России.

**Основная часть.** Из всей имеющейся на земном шаре воды только около 2,5% является пресной, при этом две трети ее (68,7%) находится в виде льда в горных ледниках и ледяном покрове Антарктиды, Арктики, Гренландии и Аляски. В качестве одного из нетрадиционных способов добывания пресной воды ряд исследователей предлагает получать ее из айсбергов, транспортированных из Антарктиды с помощью специальных судов-ледовозов.

Специально выполненные расчеты показали, что для такой страны как Саудовская Аравия ежегодно потребуется транспортировка около 1 км<sup>3</sup> льда, что является незначительной потерей для Антарктиды [Хамидов, 1999].

Общие затраты по реализации проекта для стран Аравийского полуострова составят около 3,2 млрд. долларов США. По той же оценке проект окупается при доставке полугодовой потребности льда-воды по продажной цене одного литра воды за 20 центов США. При этом себестоимость пресной высококачественной воды будет намного ниже той, что добывают на атомных опреснительных установках.

Одним из недостатков проекта – постройка специальных судов, способных перевозить большие брусы льда и имеющих при этом экологически безопасные судовые двигательные установки для исключения возможного загрязнения вод морей Антарктиды и Арктики.

Другим способом получения пресной воды является широко используемое в настоящее время опреснение солевой морской воды. Добывание пресной воды таким способом непрерывно растет достаточно высокими темпами. В 1960 году этим способом добыто 0,09 км<sup>3</sup>, в 1985 г. – 3,63 км<sup>3</sup>, в 2000 г. – 15,3 км<sup>3</sup>. Распределение количества

\* Ответственный автор: yuvpet@mail.ru, тел.: +998 71 254-43-42

получаемой воды по регионам неравномерно: на Средний Восток приходится 60%, Северную Америку – 13%, Европу – 10%, Африку – 7% и остальной мир 10%. На страны СНГ приходится всего 0,6% от общего мирового объема выработки пресной воды.

Для широкомасштабного производства пресной воды из морской воды используют три метода: дистилляция, электродиализ и обратный осмос [Алексеев, Чекарев, 1996].

Дистилляция является самым старым методом получения пресной воды. Сущность метода состоит в том, что из морской воды путем нагревания получает пар, который затем конденсируют. На испарение 1 кг воды расходуются приблизительно 2700 кДж, поэтому дистилляция является достаточно энергоёмким методом. Однако за последние годы удалось значительно снизить энергозатраты при производстве воды на крупных установках за счет использования тепла, которое выделяется при конденсации пара. С этой целью строят многокорпусные опреснительные установки, при этом количество ступеней может достигать 30.

Созданы также многокорпусные установки мгновенного вскипания и пароконденсационные установки, позволяющие более эффективно использовать теплоту, выделяющуюся при конденсации пара, что приводит к значительному сокращению энергозатрат, в особенности при установках большой мощности. Вместе с тем доля затрат на тепло- и электроэнергию, в общей величине затрат составляет на дистилляционных установках 50-70%.

Метод электродиализа заключается в том, что через морскую воду пропускают электрический ток, удаляя, таким образом, находящиеся в ней соли. Для предотвращения обратных реакций перед электродами ставят полупроницаемые ионоселективные мембраны. Этот метод используется в основном для опреснения слабоминерализованных вод, поскольку расход электроэнергии сильно растет с увеличением солености исходной воды. Так, расход на опреснение морской воды, минерализация которой 20-25 г/л, увеличивается в 5 раз по сравнению с электрозатратами на опреснение воды с минерализацией 4 г/л.

Сущность метода опреснения с помощью обратного осмоса состоит в том, что при создании повышенного давления в емкости, разделенной полупроницаемой мембраной, пресная вода проходит через мембрану, а соли задерживаются. Однако селективная способность мембран зависит от величины заряда иона. Они задерживают многозарядные ионы, но пропускают 15% однозарядных ионов, которые составляют основную долю ионного состава морской воды. Для опреснения морской воды ее необходимо пропускать через мембраны несколько раз. Эффективность мембран зависит от температуры воды, а также от ее загрязненности, в связи с чем требуется предварительная обработка.

Цена 1 м<sup>3</sup> пресной воды на крупных установках для дистилляционного метода составляет в зависимости от мощности установки 0,5-2 \$/м<sup>3</sup>, для электродиализа и обратного осмоса 0,2-0,3 \$/м<sup>3</sup> при солености 2-4 г/л (\$ – доллар США) [Алексеев, Чекарев, 1996].

Оба описанных способа добывания пресной воды могут быть осуществлены только в прибрежных районах. При этом способ опреснения морской воды требует использования большого количества морской воды, что означает необходимость размещения установок вблизи водоема, так как эксплуатация крупных установок вдали от него приводит к повышению себестоимости воды, а эксплуатация установок индивидуального использования практически невозможна. Кроме того, необходимость размещения установок вблизи водоема обусловлена тем, что в него сливается при опреснении концентрированный рассол, который оказывает неблагоприятное воздействие на экологию прибрежных вод из-за содержания большого количества вредных веществ в концентрированном виде [Алексеев, Чекарев, 1996].

Одним из способов получения пресной воды, развивающимся в настоящее время, является способ сбора воды, содержащейся в туманах. Ряд работ на эту тему был

представлен на Второй международной конференции, посвященный туманам и сбору воды туманов [Oliver, 2001].

Большинство исследований по сбору влаги из тумана приходится на Южную Африку, где образованию туманов способствуют климатические особенности. Южная Африка имеет заметно выраженный аридный климат. На большей части страны годовое количество дождевых осадков составляет менее 500 мм. Несколько не пересыхающих рек, пересекающих страну и подземные запасы воды часто оказываются недостаточными или загрязненными. Суровые засухи и ограниченные ресурсы поверхностных и подземных вод в Южной Африке побуждают заняться исследованием возможности использования альтернативных водных ресурсов [Wolfgang Schiel, Jorg Schlaich, 1996].

Один из опытов был приведен на территории школы Саутпансберга в Венде, в районе, где особо ощущается острая нехватка воды. В течение марта 1999 года был установлен коллектор для сбора влаги из тумана размером 18x4 м. С этих пор средняя суточная норма сбора воды превосходила 3 л/м<sup>2</sup> с максимальным значением 3800 литров в сутки. Была определена зависимость количества получаемой воды от дождей и скорости тумана несущих ветров, направленных перпендикулярно коллектору. За исключением легких примесей, качество воды было определено как приемлемое и пригодное для потребления [Wolfgang Schiel, Jorg Schlaich, 1996].

Согласно приведенным результатам больше всего воды было собрано в течение марта и ноября 1999 года. Максимальные показатели среднесуточных значений были отмечены в июне 2000 года – 9,3 л/м<sup>2</sup> и 2007 литр во влажный день. Максимально суточный сбор был зафиксирован 5 июня 2000 года и 20 ноября 1999 года, когда было собрано 3883 и 3179 литров воды соответственно. Сбор воды, превышающий 1000 л в сутки, был отмечен в 17 других случаях. Часовое распределение собранной более 500 л воды было между 1 и 2 ч 24 марта 1999 г. и между 9 и 10 ч 20 ноября 1999 г. Средняя оценка сбора воды в течение всего периода составляет более 3 л/м<sup>2</sup> в сутки [Wolfgang Schiel, Jorg Schlaich, 1996].

Ученые из Массачусетского технологического института в сотрудничестве с коллегами из Чили разработали устройство, которое собирает питьевую воду из воздуха. Это не уникальное изобретение человека: в некоторых самых засушливых регионах планеты растения и животные уникальным образом адаптировались к нехватке воды. В местах, где осадки чрезвычайно редки или даже отсутствуют вовсе, животные и растения вытягивают воду прямо из воздуха, а конкретнее тумана, который дрейфует от океанов.

Ученые смогли повторить этот «трюк», только в гораздо большем масштабе, и создали установку, которая способна вытягивать из тумана до 10% влаги. Похожие установки уже работают в 17 странах по всему миру, но их эффективность редко достигает даже 2% [Money..., 2020].

Опыты по получению влаги из тумана проводились и на территории Испании. В течение 13 месяцев с января 2000 года до января 2001 года вода собиралась из слоисто-кучевых облаков в трех точках Рурал Парка в Тено. Целью этих следований была оценка возможности получения воды из тумана для использования в хозяйственных нуждах. Возможное количество воды, полученное в данном опыте, составляет от 3 до 6 л/м<sup>2</sup> в сутки [Marzol, 2001].

Недостатком этого способа является его стационарность, так как коллектор тумана является огромной металлической конструкцией с сетчатой перегородкой, а также зависимость от сезона и погодных условий. На величину сбора воды сильное влияние оказывают дождевые осадки, скорость и направление ветра [Seid Amdie Ali, 2001].

Возможность применения описанного способа добывания пресной воды из тумана требует тщательной проработки следующих вопросов: изучение физико-метеорологических и статистико-климатических характеристик туманов в конкретном

физико-географическом районе, районировании этих показателей с учетом оценки количество осаждаемой пресной воды и себестоимости ее получения. В Средней Азии возможными районами исследований в этой области могут быть побережье Каспийского моря, а также некоторые горные местности с высокой повторяемостью туманов. В частности, к таким районам можно отнести Ферганскую долину, где велика повторяемость туманов в холодное полугодие.

Все перечисленные способы получения пресной воды основаны на реализации определенных технико-конструктивных и экономически обоснованных проектов. В то же время в аридных зонах, в том числе в пустынях, существует естественный источник пресной воды, представляющий собой продукт конденсации атмосферной влаги – роса.

Длительные наблюдения в пустыне Негев показали, что роса появляется около 200 раз в год и может добавить 30 мм осадков к их измеренному значению. Это кажется незначительным, но постоянный вклад влаги, однако, может играть важную роль в пустынных экосистемах по той причине, что она является хоть и маленькой, но регулярной поддержкой влаги для данной поверхности. В жаркой пустыне роса является источником воды для мелких животных, растений и биологической корки, формирующейся на песчаных дюнах. Почвенная фауна пустыни также очень чувствительна к осаждению росы на поверхности почвы [Berkowicz, 2001].

Недавние открытия по влиянию росы на соотношении влаги растений и изменение фотосинтеза в некоторых средиземноморских кустарниках и растениях обнаружили, что листья способны абсорбировать росу и, таким образом, восстанавливать баланс воды растений. Это особенно важно для растений, подвергающихся засухе.

Конечно, существует и отрицательные аспекты, связанные с росой. Так, в частности, эпидемиология болезни растений фокусируется на таких микрометеорологических факторах росы, как ее продолжительность. Грибковые болезни могут быть причиной значительной потери урожая или урона качество до тех пор, пока не будет применен современный химический распылитель [Berkowicz, 2001].

В Узбекистане проблемам изучения росы уделялось явно недостаточно внимания. Отметим в этом направлении исследования, выполненные М. И. Курганским [Курганский, 1972].

Человечество с древнейших времен пыталось интенсифицировать процесс осаждения атмосферного водяного пара. Известно, что в пустынных районах Центральной и Южной Азии, в том числе вдоль караванного «шелкового пути», издревле пытались получить с помощью примитивных конденсационных устройств питьевую воду из атмосферной влаги [Kamalov, 1999]. Для этой цели создавались каменные пирамиды на керамической (или деревянной) основе. Ночью роса осаждалась на камнях и собиралась в сосуды.

Еще один тип большой конструкции, разработанной для улучшения водоснабжения, получил название «кяриз» (подземный туннель). Его глубина могла достигать 10-30 м и в некоторых местах даже больше. Длина таких туннелей достигало 3 км и более, высота 1,5-1,8 м, ширина 0,8-1,0 м, средний уклон (откос) туннеля был около 1-2 м и увеличивался на каждые 10 м длины. Вдоль всей длины туннеля через каждые 10-15 м были выкопаны вертикальные колодцы, которые служили для поднятия земли. В течение времени действие туннеля воздушный поток входил через нижнюю часть кяриза и выходил через верхнюю часть.

Пастухи, разводящие рогатый скот, строили так называемые (дышащие колодцы) на плато Устюрт. Их стены были покрыты пористым известняком, и влага, конденсируемая во множество дырок внутри стены, собиралась на дне колодца в виде воды. Вода в таких колодцах была холодная и чистая.

Более ста лет назад в Феодосии (Крым) археологи при раскопках обнаружили сеть трубопроводов, уходящую в горы. В горах сеть обрывалась не у горного ручья или какого-

нибудь водоема, а у кучи щебня, сложенного на возвышенности. Именно щебенка, уложенная на холмы на самых ветренных местах, служила своеобразным конденсатором, извлекающим влагу из влажного воздуха. По подсчетам специалистов производительность таких установок достигала 700000 л воды в сутки.

Интерес к такого рода способу конденсации атмосферной влаги возродился в конце XX столетия. Метод получения пресной воды из влажного воздуха, описаны в [Алексеев, Чекарев, 1996], основан на естественных процессах, происходящих в природе, и не вносит загрязнения в окружающую среду. При данном методе пресная вода получается из влажного воздуха путем конденсации находящегося в нем водяного пара.

Получение пресной воды при данном методе осуществляется путем сбора мельчайших капель, которые образуются в воздухе в результате его естественного охлаждения за счет излучения как воздушной массы, так и поверхностью. Для управления капель на пути движения воздуха устанавливаются препятствия, в которые капли ударяются и на них осаждаются. В качестве коллекторов используются большие сети с ячейками порядка 1 см. Эксперименты по получению воды данным методом проводятся во многих районах мира (в 47 местах, в 22 странах на 5 континентах). В 1989-1990 годах в северной части Чили проводился крупномасштабный элемент по сбору пресной воды с помощью 50 коллекторов в виде сетей площадью 48 м<sup>2</sup> каждый, устанавливаемых вертикально [Алексеев, Чекарев, 1996]. Эксперимент проводился в течение трех засушливых лет в экстрааридной зоне (10-80 мм осадков в год), установка давала в среднем 7200 литров в сутки. Стоимость производства воды данным методом зависит от многих факторов, в том числе и от места расположения установки.

Несмотря на простоту данного метода получение пресной воды, он не может рассматриваться как постоянный источник водоснабжения. Это связано с тем, что условия, при которых образуется в воздухе мельчайшие капли воды, существенно зависят от расположения и климатических особенностей данной местности.

По этой причине более перспективными являются активные методы конденсации водяного пара, которые позволяют создавать атомные конденсационные установки любой производительности. Суть активных методов заключается в принудительном охлаждении конденсационной поверхности до температуры точки росы. В этом отношении наиболее современным, на наш взгляд, является способ конденсации с помощью так называемых солнечных труб [Wolfgang Schiel, Jorg Schlaich, 1996]. Изначально, по замыслу авторов, эти трубы были предназначены для получения электрической энергии. Как мы полагаем, вырабатываемая электрическая энергия может быть частично при соответствующей реконструкции «солнечной трубы» использована для охлаждения конденсационной поверхности.

Суть метода заключается в следующем. Воздух нагревается солнечной радиацией под плоской круглой стеклянной крышей, открытой с периферии, который совместно с естественным земельным покровом снизу создают коллектор теплого воздуха. В середине крыши находится вертикальная труба с большим отверстием для воздуха в ее основании. Соединения между крышей и основанием трубы является герметичным так как теплых воздух легче холодного, то он поднимается по трубе, втягивая теплый воздух из коллектора, а холодный заходит по внешнему периметру. Таким образом, солнечная радиация является причиной постоянного потока воздуха вверх по трубе. Содержащаяся в нем энергия переходит в механическую с помощью ветровых турбин, а затем в электрическую путем обычных генераторов. Такого рода труба была построена в Манзанаресе (150 км южнее Мадрида) в 1981-1982 годах. Высота трубы составляет 195 м, диаметр – 10 м, диаметр коллектора 240 м.

Технически возможно реконструировать трубу таким образом, что на пути влажного воздуха будут установлены принудительно охлаждаемые конденсационные

поверхности. Опыт эксплуатации данной установки позволил получить ряд технических и экономических показателей эксплуатационных характеристик.

На их основе рассчитано возможное количество сконденсированной воды в такой трубе при охлаждении какой-либо ее части при следующих условиях: абсолютная влажность воздуха равна  $5 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup> (это минимальное значение в пустынных условиях Узбекистана), КПД установки составляет 1% (т.е. из общего количества протянутой через трубу атмосферной влаги конденсируется только 0,01 доля). При мощности электрической установки в 5 МВт можно получить до 3,7 тыс. л/ч. Для этого необходимо прокачать  $750 \cdot 10^5$  м<sup>3</sup>/ч, охладив его примерно на 10°C. Это достижимо при современных технических возможностях. При мощности 30 МВт можно получить до 12,5 тыс. л/ч, при мощности 100 МВт – до 32,5 тыс. л/ч.

Современные приборы-генераторы позволяют получать из воздуха методом конденсации от 30 до 10 тысяч литров питьевой воды в сутки.

Не удивительно, что производятся установки генерации питьевых ресурсов в тех странах, которые испытывают их дефицит. Это Израиль и Индия. Их ученые вносят наибольший вклад в развитие и совершенствование новых технологий.

Сингапурская компания Asian Tiger производит бытовые установки AT-30L производительностью 30 литров/сутки. Цена 1 800 \$. Встроенная система нагрева позволяет получать горячую воду для хозяйственных нужд, при этом увеличивается потребляемая мощность установки до 1 кВт.

Для обеспечения питьевой водой небольшой семьи индийская компания Aguaer делает экономичные агрегаты малой производительности до 20 литров/час. Они приспособлены к работе в жарком климате при температурах от 15°C до 45°C и влажности от 30% до 100%. Цена такой установки 1050 \$. В ней предусмотрен нагрев воды до 95°C в емкости 1,5 литра, что заменяет в быту чайник. Наряду с этим, они выпускают модельный ряд генераторов производительностью от 40 литров/сутки до 10 000 литров/сутки стоимостью от 1500 \$ до 150 000 \$ [Zoom ..., 2013].

В XXI столетии человечество, в том числе население Узбекистана, будет испытывать возрастающий дефицит питьевой воды. Этот дефицит станет одной из основных причин тормозящей не только развития экономики в развитых странах мира, но и угрожающих развития всей цивилизации в целом. Ввиду нарастающего дефицита пресной воды в некоторых районах Узбекистана, особенно в Южном Приаралье, целесообразно приступить к практической реализации технического проекта для получения пресной воды из атмосферного водяного пара.

**Вклад авторов. Ю.Х. Эргашева:** Постановка задачи, сбор информации, обработка данных, написание текста статьи, оформление статьи. **Ю.В. Петров:** Методология, руководство. Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

## ЛИТЕРАТУРА

*Алексеев В.В., Чекарев К.В.* Получение пресной воды из влажного воздуха // Аридные экосистемы, 1996. Том 2, – № 2-3, – С.111-121.

*Бабушкин Л.Н., Когай Н.А.* Вопросы географического районирования Средней Азии и Узбекистана // Научные труды ТашГУ, 1964. Вып. 231. – 230 с.

*Курганский М.И.* Роса в Узбекистане // Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.геог.наук. ТашГУ, 1972. – 18 с.

*Хамидов Г.* Проект “Живая вода” // “Российская газета” 12.03.1999.

*Berkowicz S.M., Jacobs A.F.G., Heusinkveld B.G.* Dew in an Arid Ecosystem: Ecological Aspect and Problems in Dew Measurement / Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Fog and Fog Collection., St.John’s Canada, 15-20 July, 2001. – P. 301-303.

*Jacobs A.F.G., Heusinkveld B.G., Berkowicz S.M.* Differentiating between Dew and Fog Deposition / Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Fog and Fog Collection. St.John's, Canada, 15-20 July, 2001. – P. 305-308.

*Kamalov B.A.* The ancient methods of water enhancement from the atmosphere and their use / 17WMP scientific conference on weather modification. Chiang Mai, Thailand. 17-22 February, 1999. – P. 154-155.

*Marzol M.V.* Fog: Drinking Water for Rural Zones / Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Fog and Fog Collection. St.John's, Canada, 15-20 July, 2001. – P. 247-250.

*Oliver J.* A Prototype Fog water Collection System in the Northern Province of South Africa / Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Fog and Fog Collection. St.John's, Canada, 15-20 July, 2001. – P. 239-242.

*Seid Amdie Ali.* Potential Use of Fog as an Alternative Water Resource in the Arid and Semi-Arid Mountain Chains of Northern and Eastern Ethiopia / Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Fog and Fog Collection. St.John's, Canada, 15-20 July, 2001. – P. 215-218.

*Wolfgang Schiel, Jorg Schlaich.* The Solar Chimney. Electricity from the sun / Solar Thermal Concentrating Technologies. Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Symp., Koln, Germany. Volume 1: Strategies, Economics, System Description, October, 6-11, 1996. – P.154-155.

*Электронные ресурсы:*

Money-makerfactory (online). Как сделать воду из воздуха. 15 январь 2020. URL: <https://money-makerfactory.ru/spravochnik/kak-sdelat-vodu-iz-vozduha/>

Zoomnews (online). Найден способ получать много пресной воды из воздуха 5 сентябрь 2013. URL: [https://zoom.cnews.ru/rnd/news/top/nayden\\_sposob\\_poluchat\\_mnogo\\_presnoy\\_vody\\_iz\\_vozduha/print](https://zoom.cnews.ru/rnd/news/top/nayden_sposob_poluchat_mnogo_presnoy_vody_iz_vozduha/print)

## ЧУЧУК СУВ ОЛИШНИНГ НОАНЪАНАВИЙ УСУЛЛАРИ

Ю.Х. ЭРГАШЕВА<sup>1</sup>, Ю.В. ПЕТРОВ<sup>1</sup>

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

**Аннотация.** Ушбу мақолада чучук сув олишнинг мавжуд бўлган усуллари ҳақида умумлаштирувчи қисқача маълумот берилган. Уларнинг ҳар биридан Ўрта Осиёнинг арид ҳудудларида фойдаланиш имкониятлари баҳоланган. Ушбу зоналар учун энг мақбул электродиялиз усулларида бири бўлган атмосферадаги сув бугидан фаол конденсациялаш йўли билан тоза сувни олиш усули кўриб чиқилган.

**Калит сўзлар:** сув ресурслари, чучук сув, сув олиш усули, сув бугининг конденсацияси, конденсацион қурилмалар, ичимлик суви.

## UNCONVENTIONAL METHODS OF OBTAINING FRESH WATER

Y.Kh. ERGASHEVA<sup>1</sup>, Y.V. PETROV<sup>1</sup>

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

**Abstract.** This article provides an overview of the currently available methods for obtaining fresh water. The possibilities of using each of them in the arid zones of Central Asia are evaluated. One of the most acceptable methods of electro dialysis for these zones, the method of obtaining fresh water by its active condensation from atmospheric water vapor, is considered.

**Keywords:** water resources, fresh water, water collection method, water vapor condensation, condensation plants, drinking water.

## REFERENCES

*Alekseev V.V., Chekarev K.V.* Polucheniye presnoy vody iz vlazhnogo vozdukha [Getting fresh water from humid air] // Aridnie ekosistemi. – 1996. -Tom 2. - № 2-3. – S.111-121. (in Russian)

*Babushkin L.N., Kogay N.A.* Voprosy geograficheskogo rayonirovaniya Sredney Azii i Uzbekistana [Questions of geographic regionalization of Central Asia and Uzbekistan] // Nauchnie trudi TashGU. – 1964. – Vip. 231. – 230 s. (in Russian)

*Kurganskiy M.I.* Rosa v Uzbekistane [Dew in Uzbekistan] // Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kand. nauk. 1972. – 18 s. (in Russian)

*Xamidov G.* Proyekt “Zhivaya voda” [Project “Living Water”]// “Rossiyskaya gazeta” 12.03.1999. (in Russian)

*Electronic resources:*

Money maker factory (online). Kak sdelat' vodu iz vozdukha. 15 yanvar' 2020 [How to make water out of thin air. January 15, 2020]. URL: <https://moneymakerfactory.ru/spravochnik/kak-sdelat-vodu-iz-vozduha/>

Zoom news (online). Nayden sposob poluchat' mnogo presnoy vody iz vozdukha. 5 sentyabr 2013 [A way to get a lot of fresh water from the air. September 5, 2013]. URL: [https://zoom.cnews.ru/rnd/news/top/nayden\\_sposob\\_poluchat\\_mnogo\\_presnoy\\_vody\\_iz\\_vozduha/print](https://zoom.cnews.ru/rnd/news/top/nayden_sposob_poluchat_mnogo_presnoy_vody_iz_vozduha/print)

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ВОДНОСТИ РЕК БАССЕЙНОВ АМУДАРЬИ И СЫРДАРЬИ НА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД (АПРЕЛЬ-СЕНТЯБРЬ) 2021 ГОДА

Д.М. ТУРГУНОВ<sup>1</sup>, Н.Ю. СТРАХОВА<sup>1</sup>, Б.Э. Нишоннов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан,

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

**Введение.** Все водные ресурсы нашей страны находятся на государственном учете. Это позволяет наиболее эффективно использовать эти ресурсы в народном хозяйстве, вести строгий учет количества вод, отводимых для мелиорации земель, промышленного и коммунального водоснабжения, выработки электроэнергии и других целей. Государственный учет вод способствует также разработке научно обоснованных мероприятий по охране вод от загрязнения и истощения.

Центром гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет), как уполномоченный орган в этой сфере, ведется непрерывный мониторинг водного режима на реках и крупных каналах Узбекистана.

Гидрологическая сеть Узгидромета создана для осуществления измерений гидрологических характеристик водных объектов, наблюдением за режимом водных объектов, сбора и распространения гидрологической информации для производства воднобалансовых расчетов.

**Гидрологическое описание первого полугодия 2021 года.** В январе 2021 года водоносность в горных реках республики продолжала снижаться или существенно не менялась.

В конце первой декады февраля и в течении третьей декады по всей территории республики проходили осадки. При этом в ходе водоносности большинства горных рек существенных изменений не отмечалось.

В середине месяца сбросы воды из Тюямуюнского водохранилища в Амударью увеличились с 267 м<sup>3</sup>/с до 605 м<sup>3</sup>/с. А в третьей декаде февраля сбросы воды сократились на 300 м<sup>3</sup>/с, что вызвало спад водоносности ниже по течению.

В начале второй декады февраля Амударья полностью очистилась ото льда.

В первой и второй декадах марта расходы воды в горных реках продолжали снижаться или существенно не менялись. В середине третьей декады марта дожди, прошедшие на повышенном температурном фоне (на 5-8° выше нормы), вызвали увеличение водоносности в горных реках. При этом на пике паводка 27-29 марта расходы воды в Ахангаране, Кашкадарье, Сангардаке и Каратаге в 2,6-3,2 раза превышали норму.

За счет дождей, прошедших 4-5 апреля, отмечалось небольшое увеличение расходов воды в реках Чирчик-Ахангаранского бассейна и в отдельных реках бассейнов Кашкадарьи и Сурхандарьи.

В середине апреля расходы воды в горных реках продолжали снижаться или существенно не менялись. В третьей декаде за счет резкого повышения температуры воздуха (на 5-8° выше нормы) отмечалось увеличение водоносности в большинстве горных рек.

В Амударье, выше Тюямуюнского водохранилища, наблюдалось прохождение нескольких пиков паводков, сформированных добеганием дождевых и снеготалых вод с верховьев. Наиболее интенсивный паводок отмечался в первой декаде: прохождение пика паводка у п. Керки наблюдался 1 апреля с расходом воды 1900 м<sup>3</sup>/с, у п. Дарганата – 4 апреля с расходом воды 1650 м<sup>3</sup>/с.

В первой и второй декадах мая дожди, прошедшие на фоне снеготаяния, обусловили увеличение водоносности в горных реках. Во второй половине третьей декады отмечалось увеличение водоносности в реках бассейна Чирчика, юга Ферганской долины и в верхнем течении Амударьи, вызванное прошедшими дождями на фоне снеготаяния.

В Амударье выше Тюямуюнского водохранилища отмечалось прохождение серии пиков паводков, сформированных добеганием снеготалых и дождевых вод с верховьев. Пики паводков отмечались: у поста Термез 7 мая с отметкой уровня 371 см, 12 мая – 404 см; у поста Керки 9 мая с расходом воды 2330 м<sup>3</sup>/с, 14 мая - 3050 м<sup>3</sup>/с; у поста Бирата 11 мая с расходом воды 2140 м<sup>3</sup>/с, 17 мая - 2920 м<sup>3</sup>/с.

В первом полугодии 2021 года отмечалось прохождение селевых потоков за счет ливневых дождей и таяния снега. В марте-апреле селевые паводки отмечались в предгорьях Ташкентской области. В мае-июне сели наблюдались в Ферганской, Сурхандарьинской, Наманганской областях.

Узгидрометом ежегодно подготавливается прогноз водности рек бассейнов Амударьи и Сырдарьи на вегетационный период (апрель-сентябрь).

В марте 2021 года сохранялась тенденция неравномерного выпадения осадков в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи, как по бассейнам рек, так и по высотным зонам. Количество выпавших осадков составило: в бассейне Нарына от 40-80% до 150-200%, в бассейне Сурхандарьи 90-100%, в бассейне рек Ферганской долины от 100-160% до 250% (выше 2300 м), в бассейне Кашкадарьи от 110% до 160-200%, в бассейне Ахангарана 130-160%, в бассейне Карадарьи 150-170%, в бассейне Вахша (на территории Кыргызстана) от 150 до 200%, в бассейне Чирчика от 170-190% до 260% (выше 2100 м) от нормы за март.

Накопление осадков в период с октября 2020 г. по март 2021 г. в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи составило: в бассейнах рек Ферганской долины от 50-90% до 100-140% (выше 2300 м), в бассейне Кашкадарьи 60-90%, в бассейне Нарына от 60-90% до 100-120%, в бассейнах Сурхандарьи и Ахангарана 70-80%, в бассейне Чирчика от 80-90% до 110% (выше 2100 м), в бассейне Карадарьи 90-110%, в бассейне Вахша (на территории Кыргызстана) 100-105% от нормы за период октябрь-март (рис.1).

Высокий температурный фон в марте (на 5-8° выше нормы) обусловил интенсивное таяние снежного покрова в горах, вследствие этого произошло резкое сокращение снеготалых вод. Запасы снега на конец марта 2021 года, измеренные на наземных снеготалых пунктах, в бассейне Вахша (на территории Кыргызстана) составили 140%, в бассейне Кашкадарьи – 20%, в бассейне Карадарьи – 20%, в бассейне Чирчика (на высотах выше 2100 м) – 90% от нормы. Высота снежного покрова по данным аэровизуальных наблюдений (авиадистанционных реек) в бассейне реки Пскем составила 91%, в бассейне реки Ойгаинг 103% от нормы (рис.2).

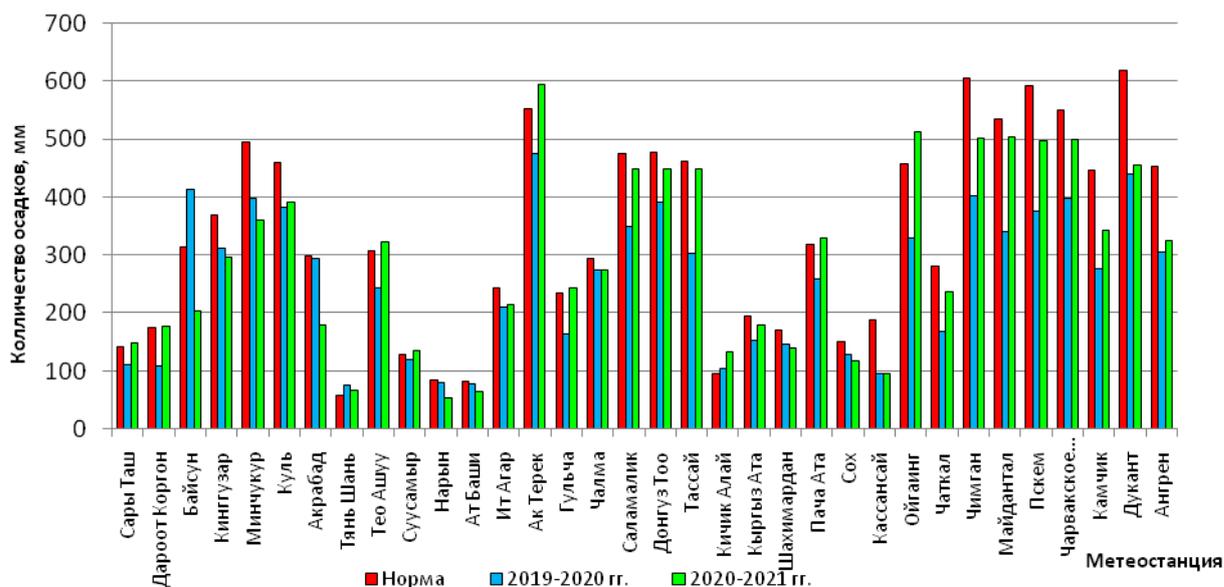


Рис.1. Накопление осадков в период с октября 2020 г. по март 2021 г. в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи

Fig. 1. Accumulation of precipitation in the basins of the Amu Darya and Syr Darya rivers for October 2020 – March 2021.

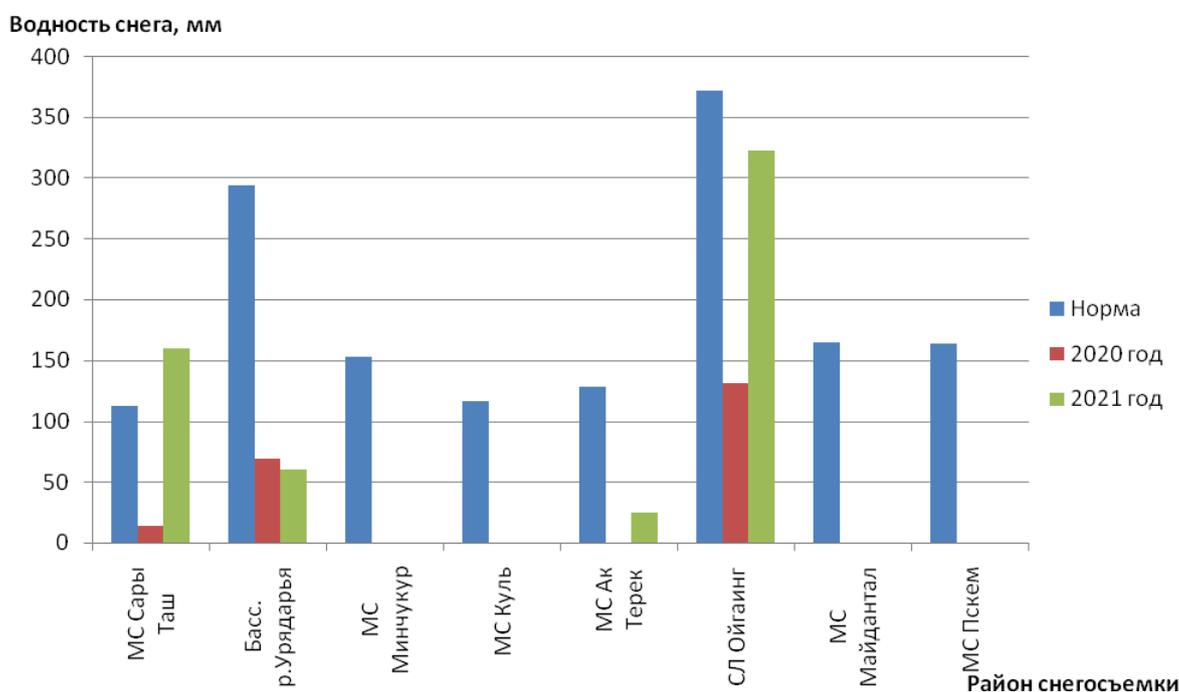


Рис.2. Запасы снега на конец марта 2021 года, измеренные на наземных снегопунктах

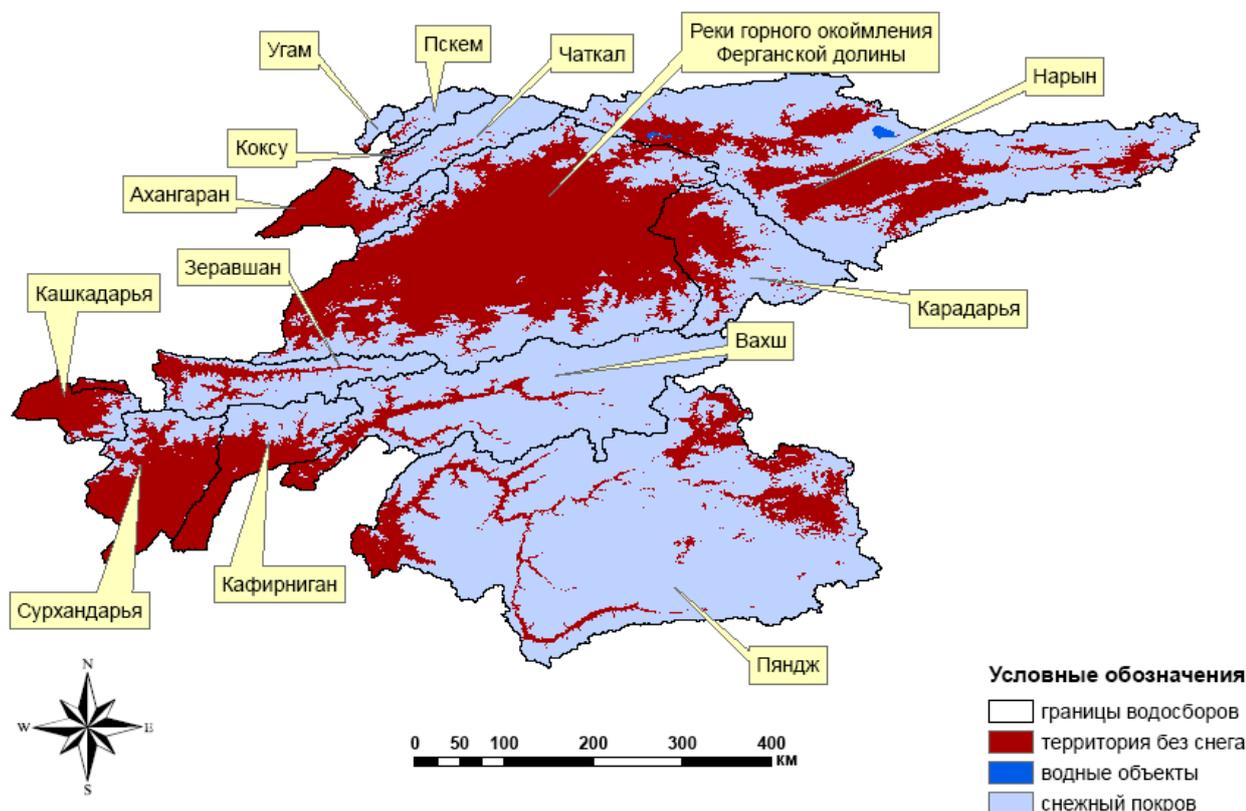
Fig. 2. Snow stocks at the end of March 2021 measured at ground snow points

По данным дистанционного зондирования на 1 апреля 2021 года площадь заснеженности составила: в бассейне реки Сырдарья для рек бассейнов Чирчика 86-96%,

Нарына 65%, Карадарья 64%, Ахангарана 36%, рек Ферганской долины 31%; в бассейне реки Амударья для рек бассейнов Вахша 88%, Пянджа 84%, Зеравшана 76%, Кафирнигана 43%, Кашкадарья 25%, Сурхандарья 22% от общей площади бассейна рек (рис. 3).

На основании анализа гидрометеорологической ситуации был составлен прогноз расходов воды на вегетационный период 2021 года. В вегетационный период 2021 года водоносность рек бассейнов Амударья и Сырдарья ожидается: в бассейнах рек юга Ферганской долины – 100-105%, в бассейне Вахша 85-95%, в бассейнах Зеравшана и Нарына – 80-90%, в бассейнах рек севера Ферганской долины – 75-85%, в бассейнах Чирчика и Ахангарана 75-80%, в бассейнах Кашкадарья, Сурхандарья и Карадарья – 70-80% от нормы.

В июне–июле селевая деятельность сохранится по предгорьям Наманганской, Ферганской, Ташкентской, Джизакской, Навоийской, Самаркандской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской областей. При повышенном температурном фоне по югу Ферганской долины возможно прохождение гляциальных селевых паводков. Также возникает угроза прорыва высокогорных завальных озер в Ташкентской области и на территории Кыргызстана по северу и югу Ферганской долины, с выносом селевых потоков на территорию Наманганской и Ферганской областей.



**Рис. 3. Площади заснеженности верховьев Амударьи и Сырдарьи по данным дистанционного зондирования по состоянию на 1 апреля 2021 года.**

**Fig. 3. Snow cover areas of the upper reaches of the Amu Darya and Syr Darya according to remote sensing data as of April 1, 2021**