

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

**№ 1
2022**

Тошкент

ТАҲРИР КЕНГАШИ

Таҳрир кенгаши раиси:

Ҳабибуллаев Шерзод
Ҳабибуллаҳўжаевич

Масъул котиб:

Рўзиева Малоҳат Бахтиёрвна

Таҳрир кенгаши аъзолари:

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

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

Бош муҳаррир:

Холматжанов Бахтияр Маҳаматжанович,
г.ф.д.

Бош муҳаррир ўринбосари:

Ҳикматов Фазлиддин,
г.ф.д., проф.

Таҳрир ҳайъати аъзолари:

Абдурахимов Бахтиёр Файзиевич, ф.-м.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Агзамов Файзулла Саидақбарович, и.ф.н. (Ўзбекистон); Азизов Азамат Атақузиевич, к.ф.н., доц. (Ўзбекистон); Азизова Раъно Гаффаровна, к.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Арушанов Михаил Львович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Аҳмедова Тамара Абдурахимовна, тех.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Бабушкин Олег Леонидович, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Верещагина Наталья Григорьевна, к.ф.н. (Ўзбекистон); Гуния Гарри Сергеевич, г.ф.д., проф. (Грузия); Гушина Дарья Юрьевна, г.ф.д. (Россия); Дергачёва Ирина Викторовна, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Камалов Баходир Асамович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Карандаева Лидия Михайловна, тех.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Мамаджанова Гавҳар Аҳматхоновна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Мурадов Шухрат Одилович, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Мягков Сергей Владимирович, тех.ф.д., к.и.х. (Ўзбекистон); Петров Юрий Васильевич, ф.-м.ф.н., проф. (Ўзбекистон); Раҳмонов Комилжон Раджабович, г.ф.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Рафиқов Ваҳоб Асомович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Тилляходжаева Зухраҳон Джахангировна, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Глеумуратова Бибигуль Саробаевна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Тургунов Данияр Маннапжанович, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Нишонов Мухтор Мадаминович, ф.-м.ф.н. (Ўзбекистон); Умаров Мухаммад Исмаилович, қ.х.ф.н. (Ўзбекистон); Умирзаков Гулям Унгарбаевич, қ.х.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Холбаев Гулман Холбаевич, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Фазылов Али Раҳматджанович, тех.ф.д., доц. (Тожикистон); Фролова Наталья Леонидовна, г.ф.д., проф. (Россия); Цинцадзе Тенгиз Нодарович, тех.ф.д., проф. (Грузия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Чередниченко Александр Владимирович, г.ф.д., проф. (Қозғоғистон); Чуб Виктор Евгеньевич, г.ф.д. (Ўзбекистон); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Юнусов Голиб Ходжаевич, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Якубов Мурод Адилович, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон).

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

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

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

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

Таъсисчи: Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати 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, 2022

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
Нишинов Бахриддин Эркинович

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Холматжанов Бахтияр Махаматжанович,
д.г.н.

Заместитель главного редактора:

Хикматов Фазлиддин,
д.г.н., проф.

Члены редакционной коллегии:

Абдурахимов Бахтиёр Файзиевич, д.ф.-м.н., проф. (Узбекистан); Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, д.г.н, доц. (Узбекистан); Агзамов Файзулла Саидакбарович, к.э.н. (Узбекистан); Азизов Азамат Атакузинович, к.х.н., доц. (Узбекистан); Азизова Раъно Гаффаровна, к.х.н., с.н.с. (Узбекистан); Арушанов Михаил Львович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Ахмедова Тамара Абдурахимовна, к.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Бабушкин Олег Леонидович, к.г.н., с.н.с. (Узбекистан); Верещагина Наталья Григорьевна, к.х.н. (Узбекистан); Гуния Гарри Сергеевич, д.г.н., проф. (Грузия); Гущина Дарья Юрьевна, д.г.н. (Россия); Дергачёва Ирина Викторовна, д.ф.г.н. (Узбекистан); Камалов Баходир Асамович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Карандаева Лидия Михайловна, к.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Мамаджанова Гавхар Ахматхоновна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Мурадов Шухрат Одилович, д.т.н., проф. (Узбекистан); Мягков Сергей Владимирович, д.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Петров Юрий Васильевич, к.ф.-м.н., проф. (Узбекистан); Рахмонов Комилжон Раджабович, д.ф.г.н., доц. (Узбекистан); Рафиков Вахоб Асомович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Тилляходжаева Зухраон Джахангировна, д.ф.г.н. (Узбекистан); Тлеумуратова Бибигуль Сарibaевна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Тургунов Данияр Маннапжанович, д.ф.г.н. (Узбекистан); Нишинов Мухтор Мадаминович, к.ф.-м.н. (Узбекистан); Умаров Мухаммад Исматуллаевич, к.с.х.н. (Узбекистан); Умирзаков Гулям Унгарбаевич, д.ф.с.-х.н. (Узбекистан); Холбаев Гулман Холбаевич, к.г.н., с.н.с. (Узбекистан); Фазылов Али Рахматджанович, д.т.н., доц. (Таджикистан); Фролова Наталья Леонидовна, д.г.н., проф. (Россия); Цинцадзе Тенгиз Нодарович, д.т.н., проф. (Грузия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Чередниченко Александр Владимирович, д.г.н., проф. (Казахстан); Чуб Виктор Евгеньевич, д.г.н. (Узбекистан); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Юнусов Голиб Ходжаевич, д.г.н., доц. (Узбекистан); Якубов Мурод Адилевич, д.т.н., проф. (Узбекистан).

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

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

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

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

Учредитель: Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан.

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

ISSN 2181-1261

© Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, 2022

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 Fayzievich Abdurakhimov, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Bakhtiyor Embergenovich Adenbaev**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Fayzulla Saydakbarovich Agzamov**, *Ph.D. in Econ. Sci. (Uzbekistan)*; **Azamat Atakuzievich Azizov**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Rano Gaffarovna Azizova**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Mikhail Lvovich Arushanov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Tamara Abdurakhimovna Akhmedova**, *Ph.D. in Tech. Sci. (Uzbekistan)*; **Oleg Leonidovich Babushkin**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Natalya Grigoryevna Vereshchagina**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Garry Sergeevich Gunia**, *D.Sc. in Geog. (Georgia)*; **Darya Yuryevna Gushchina**, *D.Sc. in Geog. (Russia)*; **Irina Viktorovna Dergacheva**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Bakhodir Asamovich Kamalov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Lidiya Mikhaylovna Karandaeva**, *Ph.D. in Tech. Sci. (Uzbekistan)*; **Gavkhar Akhmatkxonovna Mamadjanova**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Shukhrat Odilovich Muradov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Sergey Vladimirovich Myagkov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Yuriy Vasilyevich Petrov**, *Ph.D. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Komiljon Radjabovich Rakhmonov**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Vakhob Asomovich Rafikov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Zukhrakhon Djakhangirovna Tillyakhodjaeva**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Bibigul Saribaevna Tleumuratova**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Daniyar Mannapjanovich Turgunov**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Mukhtor Madaminovich Nishonov**, *Ph.D. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Muxammad Ismatullayevich Umarov**, *Ph.D. in Agricult. Sci. (Uzbekistan)*; **Gulyam Ungarbaevich Umirzakov**, *Ph.D. in Agri. Sci. (Uzbekistan)*; **Gulman Kholbaevich Kholbaev**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Ali Rakhmatjanovich Fazylov**, *D.Sc. in Tech. (Tajikistan)*; **Natalya Leonidovna Frolova**, *D.Sc. in Geog. (Russia)*; **Tengiz Nodarovich Tsintsadze**, *D.Sc. in Tech. (Georgia)*; **Elmir Ismailovich Chembarisov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **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**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Murod Adilovich Yakubov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*.

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

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

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

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

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

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

МУНДАРИЖА

МЕТЕОРОЛОГИЯ

**О.Л. Бабушкин, Б.М. Холматжанов, Н.В. Шулгина,
А.Р. Зайнитдинова, Ш.Х. Ҳабибуллаев**

Лойihalанаётган «Тошкент-Шарқий» аэродроми ҳудудида ҳаво ҳарорати
ва босимининг иқлимий тавсифи 8

М.Л. Арушанов, Б.С. Тлемуратова, Б.Ж. Наримбетов

Чўл минтақаларида ер сирти яқинида ҳаво ҳароратининг
аэрозол фoрсинги 23

Б.М. Холматжанов, Э.И. Абдулахатов

Ўрта Осиё синоптик жараёнлари такрорланувчанлигининг ўзгариши 33

Л.М. Карандаева, С.В. Карандаев

Чирчиқ дарёси ҳавзаси ва унга туташ ҳудудлардаги метеорологик
станциялар маълумотлари бўйича базавий ва жорий иқлимий даврдаги
ҳаво ҳароратининг таҳлили 46

ГИДРОЛОГИЯ

Ф. Ҳикматов, Б.Р. Рапиқов

Норин дарёси вегетация ва новегетация мавсумлари оқимининг
Тўхтағул сув омбори таъсиридаги ўзгаришлари 57

Б.А. Камалов

Кичик дарёлар оқимининг суткалик ўзгаришида буғланиш
ва конденсациянинг роли ҳақида 66

Н.Б. Эрлапасов, Ш.Р. Ғаниев

Иқлим ўзгариши шароитида тоғ дарёларини тўйиниш манбаларига
кўра таснифлаш мезонлари ўзгаришларини баҳолаш 74

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

Н.Г. Верешагина, Т.В. Кудишкин, А.М. Мухаметзянова

Кли дарёси ва Оқбулоқ коллекторининг қуйилиш зонасида Тузкон кўли сув
массалари сифатини баҳолаш 83

Б.Э. Нишонov, И.Р. Разиқова

Қорадарё дарёси суви сифатининг ўзгаришлари 93

ШАРҲЛАР

З.А. Убайдуллаева, С.М. Файзирахмонов, И.Р. Разиқова

2021 йилда Ўзбекистон ҳудудида атмосфера ҳавосининг радиоактив
ифлосланганлик ҳолати 102

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТЕОРОЛОГИЯ

О.Л. Бабушкин, Б.М. Холматжанов, Н.В. Шульгина, А.Р. Зайнитдинова, Ш.Х. Хабибуллаев Климатическая характеристика температуры и давления воздуха в районе проектируемого аэродрома «Ташкент-Восточный»	8
М.Л. Арушанов, Б.С. Тлемуратова, Б.Ж. Нарымбетов Аэрозольный форсинг приповерхностной температуры воздуха в пустынных регионах	23
Б.М. Холматжанов, Э.И. Абдулахатов Изменение повторяемости синоптических процессов Средней Азии	33
Л.М. Карандаева, С.В. Карандаев Анализ температуры воздуха базового и текущего климатических периодов по данным метеорологических станций бассейна реки Чирчик и сопредельных территорий	46
ГИДРОЛОГИЯ	
Ф. Хикматов, Б.Р. Рапиков Изменения стока реки Нарын вегетационного и вневегетационного периодов под влиянием Токтагульского водохранилища	57
Б.А. Камалов О роли испарения и конденсации в суточном ходе стока малых рек	66
Н.Б. Эрлапасов, Ш.Р. Ганиев Оценка изменений критериев классификации горных рек по источникам питания в условиях изменения климата	74
МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
Н.Г. Верещагина, Т.В. Кудышкин, А.М. Мухаметзянова Оценка качества водных масс озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак	83
Б.Э. Нишонов, И.Р. Разикова Изменения качества воды реки Карадарья	93
ОБЗОРЫ	
З.А. Убайдуллаева, С.М. Файзирахмонов, И.Р. Разикова Состояние радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха на территории Узбекистана в 2021 году	102

CONTENTS

METEOROLOGY

- O.L. Babushkin, B.M. Kholmatjanov, N.V. Shulgina,
A.R. Zainitdinova, Sh.Kh. Khabibullfev**
Climatic characteristics of the temperature and air pressure in the area of the projected aerodrome "Tashkent-Vostochny" 8
- M.L. Arushanov, B.S. Tlemuratova, B.J. Narymbetov**
Aerosol forcing of surface air temperature in desert regions 23
- B.M. Kholmatjanov, E.I. Abdulakhatov**
Changes of Middle Asian synoptic processes repeateness 33
- L.M. Karandaeva, S.V. Karandaev**
Analysis of air temperature of basic and current climate periods according to meteorological stations Chirchik River basin and adjacent territories 46

HYDROLOGY

- F. Khikmatov, B.R. Rapikov**
Changes in the flow of the Naryn River in the vegetation and non-vegetation periods under the influence of the Toktagul Reservoir 57
- B.A. Kamalov**
On the role of evaporation and condensation in the daily flow of small rivers ... 66
- N.B. Erlapasov, SH.R. Ganiyev**
Evaluation of changes in the classification criteria of mountain rivers by feeding sources under conditions of climate change 74

ENVIRONMENTAL MONITORING

- N.G. Vereshagina, T.V. Kudyshkin, A.M. Mukhametzyanova**
Assessment of the quality of the water masses of Lake Tuzkan in the area of the confluence of the Kly River and the Akbulak Collector 83
- B.E. Nishonov, R.I. Razikova**
Changes of the Karadarya River Water Quality 93

REVIEWS

- Z.A. Ubaidullaeva, S.M. Fayzirakhmonov, I.R. Razikova**
The state of radioactive air pollution in Uzbekistan in 2021 102

МЕТЕОРОЛОГИЯ / METEOROLOGY

УДК: 551.587

**КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ
ВОЗДУХА В РАЙОНЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО АЭРОДРОМА
«ТАШКЕНТ-ВОСТОЧНЫЙ»****О.Л. БАБУШКИН^{1*}, Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ^{1,2},
Н.В. ШУЛЬГИНА³, А.Р. ЗАЙНИТДИНОВА³, Ш.Х. ХАБИБУЛЛАЕВ³**¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, boleg1944@mail.ru² Национальный университет Узбекистана, b.xolmatjanov@nuu.uz³ Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, uzhyomet@meteo.uz

Аннотация. В работе представлена климатическая характеристика температуры и давления воздуха в районе проектируемого аэродрома «Ташкент-Восточный» в соответствии с РД «Требования к составлению климатического описания аэродрома». Для выполнения работы использованы имеющиеся метеорологические данные за 5-летний период с 2008 по 2012 гг. Приведена сравнительная характеристика с метеорологическими данными метеостанции «Ташкент-обсерватория» за тот же период. Показано, что ряд температурных характеристик по аэродрому «Ташкент-Восточный» несколько ниже, а давления – выше по сравнению с данными метеостанции «Ташкент-обсерватория».

Ключевые слова: климатическое описание, температура воздуха, давление воздуха, аэродром «Ташкент-Восточный».

Введение. Ташкент находится на пересечении многих международных авиалиний. Он связан со многими городами России, стран СНГ, странами Европы, Ближнего и Среднего Востока, Юго-восточной и Центральной Азии. Ташкентская авиаметеорологическая станция (ТАМС) обслуживает международные рейсы в Лондон, Карачи, Дели, Куалу-Лумпур, Тель-Авив, Пекин и другие [Очерки ..., 2011]. Ежегодный пассажиропоток ташкентского аэропорта по состоянию на конец 2019 года, по сообщению председателя Uzbekistan Airports Равшана Исмаилова [spot.uz/ru/2020/02/12//airports], составлял 4,5 млн. человек, с предположительным последующим доведением его до 7 млн. пассажиров.

В целях повышения эффективности аэропортовой инфраструктуры Узбекистана для ее соответствия мировым стандартам, кардинального улучшения качества обслуживания пассажиров, прибывающих международными рейсами, в 2017 г. подписано Постановление Президента Республики Узбекистан от 30.06.2017 г. за № ПП-3104 «О мерах по реализации проекта «Строительство современного аэропортового комплекса гражданской (деловой) авиации на базе аэродрома «Ташкент-Восточный»», а также Постановление Президента Республики Узбекистан от 03.01.2018 г. № ПП-3456 «О дополнительных мерах по ускорению реализации проекта «Строительство современного аэропортового комплекса гражданской (деловой) авиации на базе аэродрома «Ташкент-Восточный».

Аэродром «Ташкент-Восточный» являлся аэродромом совместного базирования. При вводе аэропортового комплекса гражданской (деловой) авиации на базе аэродрома

* Ответственный автор: boleg1944@mail.ru, тел.: +998 90 167-55-04

«Ташкент-Восточный» планируется организовать работу современной авиаметеорологической станции.

Аэродромом совместного базирования признается аэродром гражданской, государственной или экспериментальной авиации, на котором базируются воздушные суда, находящиеся в ведении различных ведомств. [Воздушный ..., 1998].

Документом, обязательным для организаций, ответственных за планирование и обеспечение безопасности полетов, а также необходимым в работе по метеорологическому обеспечению авиации, по эксплуатации аэродромов и воздушных судов, является климатическое описание аэродрома [РД ..., 2007].

Совершаемые на аэродроме взлет и посадка воздушных судов – это наиболее ответственные моменты их полета. Важными их характеристиками являются длина разбега самолета, скорость в момент отрыва от взлетно-посадочной полосы (ВПП), посадочная скорость и длина пробега от точки касания до полной остановки, подъемная сила крыла самолета.

При взлете самолет ускоренно движется по взлетной полосе до набора скорости отрыва, то есть минимальной скорости, при которой подъемная сила (G) становится равной силе тяжести самолета (Y). То есть $Y = G$. В этом случае, согласно [Баранов и др., 1975, Богаткин, 2005, 2009], скорость отрыва ($V_{отр}$) равна

$$V_{отр} = \sqrt{\frac{2G}{c_{y\ отр} S \rho}}, \quad (1)$$

где $c_{y\ отр}$ – коэффициент подъемной силы, S – площадь крыла самолета, ρ – плотность воздуха.

Таким образом, скорость отрыва зависит от плотности воздуха (ρ).

Плотность воздуха не входит в число измеряемых на метеорологических станциях величин. Известно, что по уравнению состояния сухого воздуха зависимость между давлением (P), температурой (T) и объемом (V) воздуха выражается соотношением $PV = RT$, где V – объем воздуха, R – индивидуальная газовая постоянная для сухого воздуха. Учитывая, что плотность непосредственно связана с объемом воздуха, получаем:

$$V_{отр} = \sqrt{\frac{2RTG}{c_{y\ отр} SP}}. \quad (2)$$

Повышение температуры воздуха и снижение атмосферного давления приводит к возрастанию скорости отрыва, что, в свою очередь, влечет за собой увеличение длины разбега самолета. При короткой взлетной полосе это может привести к аварии. Таким образом, необходимая длина ВПП определяется длиной разбега.

Аналогичная ситуация возникает при посадке воздушного судна. При более низкой плотности воздуха увеличивается посадочная скорость самолета в момент соприкосновения с посадочной полосой, что приводит к увеличению длины пробега от точки касания самолета с полосой до полной остановки.

На аэродромах с короткой ВПП в летний период при высокой температуре воздуха могут создаваться ситуации, когда нельзя выполнять ни взлет, ни посадку из-за большой длины разбега при взлете и длины пробега при посадке. В этом случае для взлетов и посадок используются вечерние и ночные часы, когда температура снижается до приемлемых для этих операций значений.

Необходимо учитывать, что взлетные и посадочные характеристики самолета в технических документах указывают применительно к стандартным условиям, которые соответствуют стандартной атмосфере, то есть атмосфере, не зависящей от времени суток и года, а также от географического места полета. За параметры стандартной атмосферы приняты осредненные величины многолетних данных, соответствующих летнему периоду на широте $45^{\circ}32'33''$ северного полушария. Поэтому отклонения фактических значений от стандартных должны учитываться при проектировании ВПП.

Скорость отрыва и посадки самолета тесно связана с силой тяги двигателей, которая также зависит от плотности, а соответственно от температуры и давления, воздуха. При этом влияние температуры и давления воздуха на силу тяги двигателей реактивных самолетов сильнее, чем у винтомоторных [Наровлянский, 1968].

Очень высокая температура воздуха осложняет подготовку авиационной техники к эксплуатации. При таких температурных условиях поверхность почвы и поверхность самолета могут нагреваться до $70-80^{\circ}\text{C}$, что препятствует проведению подготовительных работ к вылету самолетов.

При очень низких температурах увеличивается вязкость смазочных материалов, может образовываться твердый конденсат в авиационном топливе (керосине), что ухудшает их технические качества, затрудняется работа специалистов по обслуживанию авиационной техники на открытом воздухе.

Высота полета самолета определяется по барометру (высотомеру). Поэтому самолет летит не по горизонтальной, а по изобарической поверхности, используя закономерности изменения атмосферного давления с высотой. Начальное значение шкалы высотомера устанавливается по значению атмосферного давления на уровне ВПП или приведенное к уровню моря. При подлете к аэродрому назначения высотомер самолета настраивается на значение давления принимающего аэродрома для определения высоты самолета над посадочной полосой.

Цель работы: дать климатическое описание отдельных метеорологических величин в районе строящегося аэродрома «Ташкент-Восточный».

Задача данной работы: расчет и обобщение повторяемостей суточного и годового распределения значений температуры, давления и плотности в районе данного аэродрома.

Объект исследования: атмосфера в районе аэродрома «Ташкент-Восточный».

Предметом являются климатическая характеристика температуры и давления воздуха в районе данного аэродрома.

Исходные данные. Согласно Руководящему документу «Требования к составлению климатического описания аэродрома», климатическое описание должно основываться на метеорологических материалах 10-летнего периода, при необходимости не менее 5 лет [РД ..., 2007]. На основе имеющихся в наличии фактических метеорологических данных за период с 2008 по 2012 гг. строится данное климатическое описание.

В работе использованы статистические **методы исследования.**

Температура воздуха. По климатическим данным станции Ташкент-обсерватория [Научно ..., 1989] средняя месячная температура воздуха возрастает от $-0,6^{\circ}\text{C}$ в январе до $27,0^{\circ}\text{C}$ в июле и снижается до $1,6^{\circ}\text{C}$ в декабре. Расчет данных за период 2008-2012 гг. показал, что средние месячные температуры за этот период превышают климатические на $0,6$ (февраль) – $3,2^{\circ}\text{C}$ (март), среднегодовая была на $1,6^{\circ}\text{C}$ выше многолетней. Наибольшие превышения отмечены в марте ($3,2^{\circ}\text{C}$), апреле ($2,1^{\circ}\text{C}$), августе и октябре ($2,3^{\circ}\text{C}$). В этот же период средние месячные температуры на аэродроме «Ташкент-Восточный» оказались на $0,5-1,5^{\circ}\text{C}$ ниже соответствующих значений метеостанции Ташкент-обсерватория за этот же период. Наибольшие отклонения в январе, феврале, октябре и декабре составляют $1,5$, $1,4$, $1,3$ и $1,0^{\circ}\text{C}$, соответственно. Средняя годовая температура ниже на $0,9^{\circ}\text{C}$ (табл. 1).

Таблица 1

Месячные значения температуры воздуха на станции Ташкент-обсерватория по [Научно..., 1989] (1) и за период 2008-2012 гг. (2), на аэродроме «Ташкент-Восточный» за 2008-2012 гг. (3)

Table 1

Monthly air temperatures at the Tashkent-observatory station according to [Nauchno..., 1989] (1) and for the period 2008-2012 (2), at the aerodrome «Tashkent-Vostochny» for 2008-2012 (3)

Период	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя месячная и годовая температура воздуха													
1	-0,6	1,9	7,9	14,7	20,1	24,9	27,0	25,0	19,6	12,8	6,6	1,9	13,5
2	0,8	2,5	11,1	16,8	21,7	26,2	28,2	27,3	21,0	15,1	7,6	2,6	15,1
3	-0,7	1,1	10,5	16,2	21,0	25,6	27,6	26,7	20,2	13,9	6,8	1,6	14,2
Средняя максимальная температура воздуха													
1	5,1	7,7	13,9	21,2	27,1	32,6	35,4	33,8	28,5	21,2	13,0	7,0	20,5
2	5,9	7,4	17,6	23,4	28,6	33,6	36,1	35,8	29,6	23,1	13,8	8,0	21,9
3	4,6	7,0	16,9	22,6	27,7	33,3	35,7	35,2	28,8	21,8	13,1	7,5	21,2
Средний из абсолютных максимумов температуры воздуха													
1	15	18	25	30	34	38	40	39	35	30	24	17	41
2	15	18	29	31	35	38	41	41	36	32	25	17	41
3	13	18	29	30	34	38	41	39	35	31	24	18	41
Абсолютный максимум температуры воздуха													
1	22	26	33	35	42	44	45	43	40	38	31	24	45
	1966	1963	1971	1912	1902	1884	1983	1944	1975	1941	1907	1985	1983
2	19,2	21,7	31,5	33,4	37,4	39,9	42,7	43,0	38,1	35,3	30,2	23,1	43,0
	2010	2010	2010	2011	2011	2008	2008	2011	2010	2011	2009	2010	2011
3	18,8	19	31,4	32,2	36,6	39,2	42,4	41,6	35,6	34,5	28,4	21,3	42,4
	2010	2008, 2012	2010	2011	2011	2008	2010	2011	2012	2011	2009	2010	2010
Средняя минимальная температура воздуха													
1	-4,5	-2,0	3,1	8,9	13,2	17,0	18,5	16,3	11,3	6,4	1,7	-1,9	7,4
2	-2,8	-1,0	6,0	10,7	14,8	18,3	19,6	18,9	13,3	8,9	3,2	-0,9	9,1
3	-4,8	-3,1	4,9	9,8	14,3	17,7	18,7	18,0	12,2	7,3	2,0	-2,4	7,9
Средний из абсолютных минимумов температуры													
1	-15	-12	-6	1	6	11	13	11	5	-1	-7	-12	-18
2	-17	-17	-6	-1	8	9	14	11	3	-1	-6	-13	-13
3	-13	-14	-4	1	10	13	13	13	7	0	-4	-11	-15
Абсолютный минимум температуры воздуха													
1	-28	-26	-20	-6	0	4	8	6	0	-11	-22	-30	-30
	1900	1900	1898	1960	1948	1924	1946	1968	1973	1909	1954	1930	1930
2	-17,4	-16,9	-6,4	-0,8	8,3	8,9	13,8	11,4	2,8	-0,5	-5,7	-13,1	-17,4
	2008	2012	2011	2011	2009	2009	2008	2010	2009	2010	2012	2012	2008
3	-21,6	-19,6	-8,6	-1,0	8,0	8,6	12,4	11,0	5,4	-0,8	-6,6	-17,8	-21,6
	2008	2012	2011	2011	2009	2009	2012	2010	2008	2012	2012	2012	2008

Годовой ход температуры воздуха на аэродроме «Ташкент-Восточный» представлен на рис. 1.

Самым холодным месяцем на аэродроме «Ташкент-Восточный» является январь с отрицательной средней месячной температурой $-0,7^{\circ}\text{C}$. Уже в феврале температура

положительная ($1,1^{\circ}\text{C}$) с последующим возрастанием ее к самому жаркому месяцу – июлю с температурой $27,6^{\circ}\text{C}$. При этом, наиболее значительное повышение температуры ($\Delta=9,4^{\circ}\text{C}$) отмечается с февраля по март. Отмечается снижение температуры от $26,7^{\circ}\text{C}$ с августа до $1,6^{\circ}\text{C}$ в декабре. Таким образом, годовая амплитуда, разность между самой высокой средней месячной температурой и самой низкой, составляет $28,3^{\circ}\text{C}$.

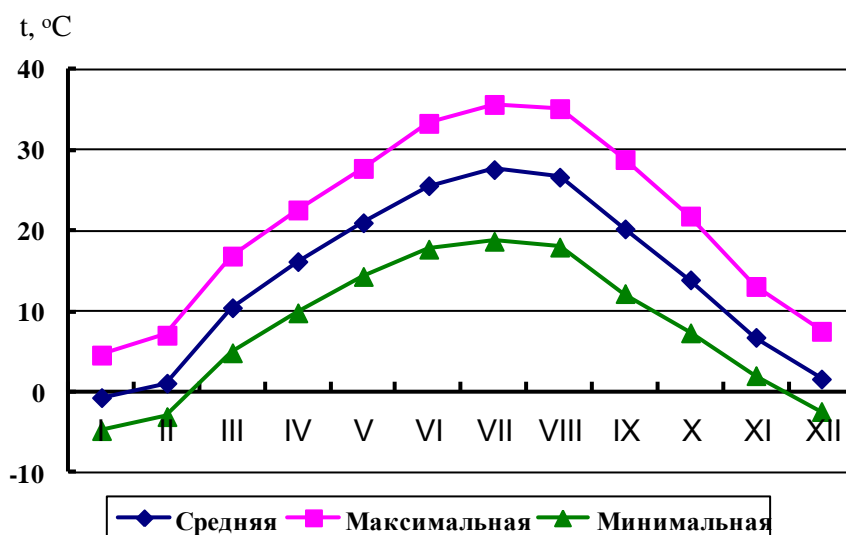


Рис. 1. Годовой ход средней месячной, средней максимальной и минимальной температуры воздуха на аэродроме «Ташкент-Восточный» (2008-2012 гг.)

Fig. 1. Annual course of the average monthly, average maximum and minimum air temperature at the aerodrome «Tashkent-Vostochny» (2008-2012)

Средние максимальные и минимальные температуры характеризуют теплую и холодную часть суток рассматриваемого месяца, соответственно. Они рассчитываются по самым высоким и самым низким суточным значениям температуры. Средняя максимальная температура на аэродроме «Ташкент-Восточный» изменяется от $4,6^{\circ}\text{C}$ в январе, возрастает до максимальных значений $35,7^{\circ}\text{C}$ и $35,2^{\circ}\text{C}$ в июле и августе, а затем снижается до $7,5^{\circ}\text{C}$ в декабре. Эти температуры устойчиво на $0,3-1,3^{\circ}\text{C}$, а в целом за год – на $0,7^{\circ}\text{C}$ ниже таковых, рассчитанных за период 2008-2012 гг. по данным метеорологической станции Ташкент-обсерватория. В январе и октябре эти различия достигают $1,3^{\circ}\text{C}$.

Средняя минимальная температура на аэродроме «Ташкент-Восточный» имеет отрицательные значения в зимние месяцы с декабря по февраль ($-2,4 - -4,8^{\circ}\text{C}$). Начиная с марта, температура повышается от $4,9^{\circ}\text{C}$ до $18,7^{\circ}\text{C}$ в июле, после чего снижается до $2,0^{\circ}\text{C}$ в ноябре. Во все месяцы данная температура устойчиво ниже таковой на Ташкент-обсерватория. Наибольшая разница отмечается в два зимних месяца: в январе и феврале, и составляет $2,0-2,1^{\circ}\text{C}$. В период с апреля по август эта разница сокращается до $0,5-0,9^{\circ}\text{C}$. Разница в $1,2^{\circ}\text{C}$ сохраняется и для годовой температуры, составляющей на аэродроме «Ташкент-Восточный» $7,9^{\circ}\text{C}$.

Средние значения из абсолютных максимумов температуры на аэродроме «Ташкент-Восточный» изменяются от 13°C в январе до 41°C в июле, после чего снижаются до 18°C в декабре. Абсолютный максимум температуры изменяется от 19°C в январе и феврале до 42°C в июле и августе. На аэродроме «Ташкент-Восточный» он устойчиво на $0-2^{\circ}\text{C}$ ниже наблюдаемого в Ташкент-обсерватория в период 2008-2012 гг.

Средние значения из абсолютных минимумов температуры в том же районе имеют отрицательные значения с ноября по март, достигая самых низких значений (-14°C) в феврале. Самые высокие средние из абсолютных минимумов (13°C) отмечаются с июня по август. Абсолютный минимум температуры изменяется от -22°C в январе до 12°C в июле. Отрицательные значения отмечаются с октября по апрель. В рассматриваемые годы абсолютный минимум на аэродроме «Ташкент-Восточный» в декабре и январе на 5°C , а в феврале и марте на 3°C ниже, чем в Ташкент-обсерватории. В остальные месяцы разница составила $0-2^{\circ}\text{C}$.

В целом за год средняя годовая температура составила $14,2^{\circ}\text{C}$, максимальная – $42,4^{\circ}\text{C}$ (2010 г.), минимальная – $-21,6^{\circ}\text{C}$ (2008 г.). Для сравнения на станции Ташкент-обсерватория за этот же период годовые значения были соответственно $15,1^{\circ}\text{C}$, $43,0^{\circ}\text{C}$ (2011 г.), $-17,4^{\circ}\text{C}$ (2008 г.).

Явление, при котором на общем фоне положительных среднесуточных температур отмечается температура ниже 0°C , называется заморозком. В районе аэродрома «Ташкент-Восточный» последний весенний заморозок отмечался от 25 февраля (2008 г.) до 4 апреля (2011 г.) при средней дате 18 марта. Первый осенний заморозок был отмечен от 19 октября (2012 г.) до 24 ноября (2010 г.) при средней дате 8 ноября. Средняя продолжительность беззаморозкового периода составила 233 дня, наименьшая – 210 дней (2012 г.), наибольшая – 258 дней (2008 г.).

Одной из важных характеристик температурного режима аэродрома является распределение температур по градациям через 5°C в соответствии с [РД ..., 2007] (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость (% от общего числа случаев) приземной температуры воздуха через интервалы в 5°C за год на аэродроме «Ташкент-Восточный»

Table 2

Repeatability (% of the total number of cases) of surface air temperature at intervals of 5°C per year at the aerodrome «Tashkent-Vostochny»

t, °C	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-25 - -20	0,0											
-20 - -15	0,3	0,1										0,0
-15 - -10	0,6	0,3										0,3
-10 - -5	1,4	0,8	0,1								0,1	0,9
-5 - 0	2,3	1,4	0,6	0,0						0,0	1,2	2,1
0 - 5	2,5	2,1	1,3	0,2						0,5	2,3	3,3
5 - 10	1,3	1,4	2,5	0,9	0,0	0,0			0,3	1,8	2,9	1,7
10-15	0,4	0,5	2,4	3,0	1,3	0,2	0,1	0,2	1,5	2,0	1,5	0,5
15 - 20	0,0	0,0	1,4	2,4	2,9	1,6	1,2	1,6	1,9	1,4	0,6	0,1
20-25			0,6	1,6	2,2	2,0	2,4	2,3	1,5	1,1	0,1	0,0
25-30			0,2	0,7	1,6	1,6	1,8	1,6	1,2	0,4	0,1	
30-35			0,0	0,1	0,6	1,8	2,3	2,0	0,6	0,0		
35-40					0,0	0,4	1,3	1,3	0,0			
40-45							0,0	0,0				
%	8,8	6,7	9,1	8,8	8,6	7,5	9,1	9,1	7,0	7,2	8,8	9,1

Примечание: Жирным шрифтом отмечена максимальная повторяемость.

Note: Bold indicates maximum repeatability.

В течение года температуры ниже -20°C отмечались в единичных случаях (менее 0,01%) в утренние часы (05-07 ч.). Достаточно редко (0,5%) наблюдались температуры от -15 до -20°C . Температуры выше 40°C составляли всего 0,06% случаев и приходились на послеполуденное время с 14 до 17 ч., в единичных случаях до 18 ч.

Наибольшая повторяемость (более 2% от общего числа случаев) в зимние месяцы – декабре и январе, отмечается в диапазоне температур от -5 до 5°C , в феврале – от 0 до 5°C , марте – от 5 до 15°C , апреле – от 10 до 20°C , мае $-15-25^{\circ}\text{C}$, с июня по август – от 20 до 25°C , при этом, в июле-августе повторяемость температур в диапазоне $30-35^{\circ}\text{C}$ также превышает 2%. Далее максимальная повторяемость смещается в сторону более низких температур от $15-20^{\circ}\text{C}$ в сентябре до $0-10^{\circ}\text{C}$ в ноябре.

На аэродромных метеостанциях температура воздуха чаще всего измеряется с часовой периодичностью. Средние многолетние почасовые значения температуры воздуха по месяцам представлены в табл. 3.

Минимальные температуры воздуха в декабре и январе приходятся на 8-часовой срок, в феврале и ноябре – на 7-часовой, в марте, сентябре и октябре – на 6-часовой, с апреля по август – на 5-часовой, в среднем за год ($9,0^{\circ}\text{C}$) – на 5-часовой срок.

Максимальные температуры с ноября по февраль отмечаются в 14-часовой срок, с марта по июнь и с сентября по октябрь – в 15-часовой, в июне-августе – в 16-часовой, в среднем за год ($20,3^{\circ}\text{C}$) – в 15-часовой срок.

Отрицательные средние месячные температуры наблюдаются только в зимние месяцы – в январе с 19 ч. вечера до 10 ч. утра, в декабре и феврале с 23 до 8 ч.

В декабре и январе, когда отмечаются самые продолжительные ночи, минимальные температуры воздуха приходятся на 8-часовой срок. По мере увеличения световой части дня и повышения температуры воздуха минимумы сдвигаются на более ранние сроки вплоть до 05 ч. с апреля по июль-начало августа с последующей сдвижкой на более поздние сроки.

Обратная картина наблюдается с максимальной температурой воздуха, которая в зимнее время наблюдается в 14-часовой срок, а по мере продвижения к летнему периоду время наблюдения температурного максимума сдвигается к 16 часам.

Необходимой температурной характеристикой, согласно [РД ..., 2007], является распределение температуры внутри суток по градациям через 5°C как в целом за год, так и в отдельные месяцы. Повторяемость температур воздуха в течение суток представлена в табл. 4.

Средняя годовая температура воздуха в районе аэродрома «Ташкент-Восточный» $14,2^{\circ}\text{C}$. Наибольшая повторяемость температуры в течение года (0,8-1,0%) отмечается в диапазоне температур от 10 до 20°C в ночные и ранние утренние часы с 23 до 06 ч. Несколько ниже их повторяемость (0,6-0,7%) при температурах от 0 до 10°C с 22 до 07 ч., от 20 до 30°C с 07 до 11 ч. и от 30 до 35°C с 11 до 19 ч.

Самая низкая повторяемость (менее 0,1%) отмечается при температурах ниже -15°C круглосуточно и от -10 до -15°C с 11 до 24 ч. Подобная ситуация отмечается и при температурах 40°C и выше.

Повторяемость температуры воздуха по месяцам. Ниже, в качестве примера, представлено распределение повторяемости срочных значений температуры воздуха по градациям через 5°C в январе (табл. 5).

На основе подобных таблиц за каждый месяц представлено описание распределения температуры воздуха по сезонам года.

При климатическом описании аэродромов большое внимание уделяется низким температурам ниже -10°C .

Таблица 3

Средние месячные почасовые значения температуры воздуха в районе аэродрома
«Ташкент-Восточный»

Table 3

Average monthly hourly air temperatures in the area of the aerodrome
«Tashkent-Vostochny»

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
00	-2,2	-0,6	7,7	12,8	16,8	20,5	22,5	21,7	15,7	9,9	4,5	0,0	10,8
01	-2,3	-0,8	7,3	12,4	16,3	19,9	21,6	21,0	15,0	9,5	4,3	-0,3	10,3
02	-2,5	-0,6	6,9	11,9	15,9	19,2	20,9	20,3	14,4	9,2	4,2	-0,4	10,0
03	-2,7	-1,1	6,8	11,6	15,6	18,9	20,2	19,7	13,9	8,9	3,9	-0,6	9,6
04	-2,9	-1,2	6,6	11,2	15,5	18,7	19,7	19,3	13,5	8,7	3,9	-0,6	9,4
05	-2,9	-1,3	6,3	10,8	15,0	18,4	19,1	18,6	13,2	8,6	3,5	-0,7	9,0
06	-3,1	-1,1	6,2	10,9	15,6	19,4	19,8	18,6	13,0	8,6	3,3	-0,9	9,2
07	-3,1	-1,3	6,5	12,5	17,9	22,3	22,6	20,9	14,0	8,7	3,3	-0,9	10,3
08	-3,2	-0,9	7,9	14,9	20,7	25,4	26,3	24,6	17,1	10,6	3,6	-1,0	12,2
09	-2,1	0,3	10,1	16,9	22,6	27,4	28,6	27,7	21,0	14,1	5,4	0,0	14,3
10	-0,7	2,0	12,0	18,4	24,0	28,9	30,4	29,4	23,3	16,9	8,0	1,5	16,2
11	1,0	3,4	13,5	19,5	24,8	30,0	31,8	31,0	25,0	18,8	9,9	3,6	17,7
12	2,3	4,4	14,4	20,5	25,7	31,1	33,0	32,5	26,4	20,0	11,1	4,9	18,9
13	3,1	5,0	15,2	21,3	26,4	31,7	33,9	33,3	27,5	20,8	12,0	5,7	19,7
14	3,5	5,3	15,6	21,6	26,6	32,2	34,8	34,1	28,1	21,3	12,6	6,2	20,1
15	3,4	5,2	15,7	21,7	26,7	32,4	35,1	34,6	28,4	21,4	12,3	6,4	20,3
16	2,7	4,7	15,3	21,5	26,7	32,3	35,3	34,7	28,1	21,0	11,6	5,6	19,9
17	1,4	3,9	14,6	20,8	26,2	31,8	34,9	34,3	27,7	19,8	10,1	4,1	19,1
18	0,2	2,6	13,2	19,7	24,9	30,7	34,1	33,1	25,9	17,0	8,2	2,8	17,7
19	-0,6	1,5	11,6	18,1	23,2	28,9	32,3	30,6	22,6	14,5	6,9	1,7	15,9
20	-1,1	1,0	10,5	16,5	21,1	26,4	29,2	27,8	20,4	13,0	5,8	1,1	14,3
21	-1,6	0,3	9,6	15,2	19,7	24,3	27,1	25,7	18,6	11,8	5,2	0,6	13,1
22	-1,8	0,0	8,9	14,0	18,5	22,8	25,2	23,9	17,3	10,9	4,7	0,1	12,0
23	-1,9	-0,2	8,4	13,4	17,6	21,4	23,7	22,4	16,2	10,2	4,5	0,0	11,3
Ср	-0,7	1,1	10,5	16,2	21,0	25,6	27,6	26,7	20,3	13,9	6,8	1,6	14,2
Абс. макс	18,8	19,0	31,4	32,2	36,6	39,2	42,4	41,6	35,6	34,5	28,4	21,3	42,4
Год	2010	2008	2010	2011	2011	2008	2010	2011	2012	2011	2009	2010	2010
Абс. мин	-21,6	-19,6	-8,6	-1,0	8,0	8,6	12,4	11,0	5,4	-0,8	-6,6	-17,8	-21,6
Год	2008	2012	2011	2011	2009	2009	2012	2010	2008	2012	2012	2012	2008
σ	2,26	2,35	3,39	3,89	4,29	5,14	5,73	5,77	5,60	4,81	3,24	2,51	4,02
As	0,74	0,55	0,28	0,09	0,00	-0,05	-0,07	0,04	0,18	0,40	0,64	0,77	0,23

Примечание: Жирным шрифтом отмечены экстремальные температуры.

Note: Extreme temperatures are marked in bold.

В зимний период с декабря по февраль средняя месячная температура воздуха снижается от 1,6°C в декабре до -0,7°C в январе и повышается до 1,3°C в январе. Соответственно в эти месяцы абсолютные минимумы температуры достигали -19,0, -21,6 и -19,6°C, отмеченные в 07-08 ч., и абсолютные максимумы, которые составили 21,3, 18,8 и 19,0°C, фиксированные в 14-15 ч.

Таблица 4

Повторяемость (% от общего числа случаев) температуры воздуха в течение суток по градациям через 5°C за год на аэродроме «Ташкент-Восточный»

Table 4

Repeatability (% of the total number of cases) of air temperature during the day according to gradations through 5°C per year at the aerodrome «Tashkent-Vostochny»

Время, ч	Градация, °С														Ср. t
	-25 -- -20	-20 -- -15	-15 -- -10	-10 -- -5	-5 - 0	0 - 5	5 - 10	10-15	15 - 20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	
00		0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	0,7	0,9	0,9	0,5	0,0	0,0			10,8
01		0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,0	0,0			10,3
02		0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	0,9	0,6	0,0				9,9
03		0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,0				9,6
04		0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	0,4	0,0				9,3
05	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	0,3	0,0				9,0
06	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,0				9,2
07	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,1	0,0			10,3
08		0,0	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,0			12,2
09		0,0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,3	0,0		14,3
10		0,0	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,0		16,2
11			0,0	0,1	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0,1		17,7
12			0,0	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,2		18,9
13			0,0	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,3		19,7
14			0,0	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,4	0,0	20,1
15			0,0	0,1	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	0,7	0,5	0,0	20,3
16		0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,0	19,9
17		0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,6	0,4	0,0	19,1
18		0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,3	0,0	17,7
19		0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,1		15,9
20		0,0	0,0	0,1	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,3	0,0		14,3
21		0,0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,0			13,1
22		0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,4	0,0			12,0
23		0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,2	0,0			11,3
Σ	0,0	0,5	1,1	3,1	7,6	12,3	13,0	13,8	15,4	13,6	9,3	7,4	2,9	0,1	14,2

Примечание: 0,0 показывает данные с повторяемостью менее 0,1%

Note: 0.0 indicates data with less than 0.1% repeatability

Температура ниже -20°C была отмечена 15.01.2008 г. в утренние часы от 05 до 07 ч.

Температуры от -15 до -20°C в декабре наблюдались в 0,4% случаев с 20 до 09 ч.; в январе – в 3,4% с 19 до 10 ч. с наибольшей повторяемостью 0,3% с 00 до 08 ч.; в феврале в этой градации оказалось 2,2% случаев, наблюдаемых с 16 до 09 ч., при этом, чаще с 04 до 08 ч. В феврале такие температуры не отмечались в дневное время с 10-11 до 16-18 ч.

В интервале температур от -10 до -15°C в декабре отмечено 3,5% случаев в период с 17 до 10 ч., в котором с 04 до 08 ч. повторяемость достигает 0,3%. В январе

повторяемость температур в этом интервале составляет 6,3% и приходится на период от 17 до 13 ч. с наиболее высокими значениями в 0,4-0,5% с 03 до 09 ч. В феврале в эту группу температур входит 3,8% случаев, наблюдаемых круглосуточно, с наибольшей повторяемостью 0,2-0,3% с 03 до 09 ч.

По средним многолетним почасовым данным отрицательные температуры отмечаются в декабре с 01 до 08 ч., в январе – с 19 до 10 ч., в феврале – с 23 до 08 ч. Минимальные температуры, соответственно в эти месяцы составляющие -1,0, -3,2 и -1,3°C, приходятся на 7-8-часовые сроки. Максимальные температуры, достигающие соответственно 6,4, 3,5 и 5,3°C, отмечаются в 14-15 часов.

В весенний период средняя месячная температура воздуха возрастает от 10,5°C в марте, 16,2°C в апреле и до 21,0°C в мае. Абсолютный минимум в марте и апреле имеет отрицательные значения: -8,6°C и -1,0°C, соответственно, в мае он возрастает до 8,0°C. Абсолютный максимум возрастает от 31,4°C в марте до 32,2°C в апреле и до 36,6°C в мае.

Таблица 5

Повторяемость (% от общего числа случаев) температуры воздуха в течение суток по градациям через 5°C в январе на аэродроме «Ташкент-Восточный»

Table 5

Repeatability (% of the total number of cases) of air temperature during the day according to gradations through 5°C in January at the aerodrome «Tashkent-Vostochny»

Время, ч	Градация, °С									Ср. t
	-25 - -20	-20 - -15	-15 - -10	-10 - -5	-5 - 0	0 - 5	5 - 10	10-15	15 - 20	
00		0,3	0,2	0,8	1,3	1,0	0,5	0,1		-2,2
01		0,3	0,3	0,8	1,3	1,1	0,5	0,1		-2,3
02		0,3	0,3	0,8	1,2	1,1	0,5	0,1		-2,5
03		0,3	0,4	0,8	1,2	1,0	0,5	0,1		-2,7
04		0,3	0,4	0,8	1,1	1,1	0,4	0,1		-2,9
05	0,0	0,3	0,4	0,7	1,2	1,0	0,5	0,0		-2,9
06	0,0	0,3	0,4	0,8	1,3	0,9	0,5	0,0		-3,1
07	0,0	0,3	0,5	0,7	1,2	1,0	0,5	0,1		-3,1
08		0,3	0,5	0,8	1,1	0,9	0,5	0,1		-3,2
09		0,2	0,4	0,7	1,3	0,9	0,6	0,1		-2,1
10		0,1	0,3	0,6	1,1	1,3	0,6	0,1		-0,7
11			0,3	0,4	1,0	1,3	0,9	0,2		1,0
12			0,2	0,4	0,8	1,3	0,9	0,4	0,1	2,3
13			0,1	0,5	0,6	1,5	0,9	0,5	0,1	3,1
14				0,5	0,6	1,5	0,9	0,5	0,2	3,5
15				0,5	0,7	1,6	0,8	0,6	0,1	3,4
16				0,6	0,7	1,5	0,8	0,5	0,1	2,7
17			0,2	0,5	1,1	1,4	0,5	0,5		1,4
18			0,3	0,6	1,2	1,3	0,7	0,2		0,2
19		0,1	0,3	0,6	1,3	1,2	0,7	0,0		-0,6
20		0,1	0,3	0,6	1,3	1,1	0,8	0,0		-1,1
21		0,1	0,3	0,6	1,4	1,1	0,6	0,0		-1,6
22		0,2	0,2	0,8	1,2	1,1	0,6	0,1		-1,8
23		0,2	0,2	0,8	1,2	1,1	0,6	0,1		-1,9
Сумма	0,1	3,4	6,3	15,5	26,5	28,3	15,1	4,3	0,6	-0,7

В марте температуры ниже -5°C очень редки (0,7%) и наблюдаются с 00 до 08 ч., повторяемость температур от 0 до -5°C , отмечаемых круглосуточно, возрастает до 6,3%. В апреле исключительно редки (0,1%) температуры ниже 0°C , а в мае – ниже 5°C (0,3%).

Наибольшая повторяемость в марте (более 54%) приходится на интервал температур от 5 до 15°C , из них повторяемость более 1,5% отмечается в градации $5-10^{\circ}\text{C}$ с 00 до 08 ч., а в градации $10-15^{\circ}\text{C}$ – с 19 до 22 ч.; в апреле температуры от 10 до 20°C отмечаются в более чем 60% случаев, с почасовой повторяемостью более 2,0% в интервале от 10 до 15°C в ночные часы; в мае наибольшая повторяемость (около 60%) приходится на интервал от 15 до 25°C .

Высокие температуры, превышающие 30°C , в марте и апреле отмечаются в единичных случаях, в мае их повторяемость составляет 6,7%, из них 0,3% приходится на температуры до 37°C .

По средним многолетним данным минимальные температуры, соответственно в эти три месяца составляющие 6,2, 10,8 и $15,0^{\circ}\text{C}$, приходятся в марте на 06 ч., в апреле и мае на 05 ч., максимальные – 15,7, 21,7 и $26,7^{\circ}\text{C}$ – на 15 ч.

В летний период особое внимание уделяется высоким температурам. Средняя месячная температура воздуха соответственно в июне, июле и августе равна 25,6, 27,6 и $26,6^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум достигает в эти месяцы 39,2, 42,4 и $41,6^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум составляет 8,6, 12,4 и $11,0^{\circ}\text{C}$.

Температуры от 40°C и выше отмечаются только в июле и августе, хотя их повторяемость незначительна: в июле 0,5%, в августе 0,2%. Повторяемость температур от 35 до 40°C увеличивается в течение летнего периода от 5,3% в июне, 13,9% в июле до 14,4% в августе. В основном эти температуры наблюдаются с 11 до 18 ч. За пределами этого отрезка времени фиксируются только единичные случаи таких высоких температур. В диапазоне от 30 до 35°C заключено 22-25% случаев с такой температурой с 09 до 20 ч., хотя может наблюдаться и вне этого интервала времени, вплоть до 01 ч. ночи. На температуры от 20 до 30°C приходится в июне и июле по 47% случаев, в августе – 43%.

По средним многолетним почасовым данным минимальные температуры отмечаются в июне ($18,4^{\circ}\text{C}$) в 04-05 ч., в июле ($19,1^{\circ}\text{C}$) в 0,5 ч., в августе ($18,6^{\circ}\text{C}$) в 0,5-0,6 ч.; максимальные – ($32,4$, $35,3$, $34,7^{\circ}\text{C}$) – в 16 ч. Температура выше 30°C поднимается с 10-11 до 18-19 ч.

В осенний период средняя месячная температура воздуха снижается от $20,3^{\circ}\text{C}$ в сентябре до $13,9^{\circ}\text{C}$ в октябре и до $6,8^{\circ}\text{C}$ в ноябре. Абсолютные максимумы в эти месяцы составляют соответственно 35,6, 34,5 и $28,4^{\circ}\text{C}$, абсолютные минимумы – 5,4, -0,8 и $-6,6^{\circ}\text{C}$.

В сентябре температуры выше 35°C отмечаются в единичных случаях (0,3%), а выше 36°C не наблюдались. В градацию от 30 до 35°C входит 8,1% случаев, из которых повторяемость 1,0-1,3% фиксируется с 13 до 17 ч. Несколько больше (17,7%) повторяемость температур от 25 до 30°C , наблюдаемых в основном с 10 до 20 ч. В интервале от 10 до 20°C заключено 70% случаев.

В октябре в градацию $30-35^{\circ}\text{C}$ включено всего 0,5% случаев, а в градацию $25-30^{\circ}\text{C}$ – 5,0% с повторяемостью от 0,7 до 1,1% с 13 до 16 ч. В основном, в 72% случаев, температура колеблется от 5 до 20°C . Отмечен один случай отрицательной температуры.

По средним многолетним почасовым данным минимальные температуры в сентябре и октябре (13,0 и $8,6^{\circ}\text{C}$, соответственно) приходятся на 0,5-0,6 ч., а максимальные (28,4 и $21,4^{\circ}\text{C}$) на 15 ч. В ноябре минимальная температура ($3,3^{\circ}\text{C}$) сдвигается на 06-07 ч., а максимальная ($12,4^{\circ}\text{C}$) на 14 ч.

Давление воздуха. Основными факторами, формирующими режим атмосферного давления в Ташкенте, являются особенности атмосферной циркуляции над Узбекистаном и орография территории.

В холодный период года территория Узбекистана находится под влиянием азиатского (сибирского) антициклона, который располагается за пределами республики к северо-востоку от нее. В летнее время основными макроциркуляционными факторами для рассматриваемой территории являются отроги азорского антициклона, северная часть переднеазиатской термической депрессии и малоградиентные поля повышенного и пониженного давления [Чанышева и др., 2011].

Среднее годовое значение атмосферного давления на аэродроме «Ташкент-Восточный» составляет 961,6 гПа, что на 2,7 гПа выше, чем на метеорологической станции Ташкент-обсерватория за этот же период (2008-2012 гг.). Годовой ход давления характеризуется максимальными значениями в зимние месяцы (968,3-968,9 гПа) и минимальными – в летние (952,0-954,4 гПа) с минимумом в июле. Средние месячные значения устойчиво на 2,4-3,0 гПа выше таковых в районе метеостанции Ташкент-обсерватория (табл. 6).

Таблица 6

Месячные и годовое значение атмосферного давления (гПа) на метеостанциях «Ташкент-Восточный» (1) и Ташкент-обсерватория (2) за 2008-2012 гг.

Table 6

Monthly and annual values of atmospheric pressure (hPa) at the meteorostations «Tashkent-Vostochny» (1) and Tashkent-observatory (2) for 2008-2012

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее месячное и годовое давление													
1	968,3	966,3	963,3	961,0	958,3	954,4	952,0	954,4	959,2	965,3	968,3	968,9	961,6
2	965,7	963,2	960,6	958,4	955,7	951,7	949,4	951,5	956,8	962,4	965,8	966,3	959,0
Δ	2,6	3,1	2,7	2,6	2,6	2,7	2,6	2,9	2,4	2,9	2,5	2,6	2,7
Абсолютный максимум давления													
1	983,5	985,5	985,2	978,7	967,3	966,7	961,6	966,0	972,8	975,5	982,7	986,8	986,8
Год	2008	2008	2011	2011	2009	2009	2011	2009	2012	2008	2008	2011	2011
2	980,3	983,5	982,0	976,0	964,5	964,1	959,3	960,6	970,7	973,0	981,1	983,8	983,8
Год	2008	2008	2011	2011	2009	2009	2011	2011	2012	2008	2008	2011	2011
Абсолютный минимум давления													
1	954,1	948,3	948,0	948,0	946,9	943,1	945,3	946,3	949,6	953,9	951,9	955,2	943,1
Год	2009	2008,0	2009	2012	2011	2008	2012	2011	2011	2011	2009	2010	2012
2	951,8	943,7	939,1	946,3	944,6	940,8	941,7	942,5	947,6	950,2	949,4	952,5	940,8
Год	2008	2008	2012	2008	2011	2008	2012	2011	2010	2010	2009	2010	2008

Минимальное среднее месячное давление приходится на июль (952,0 гПа), максимальное – на декабрь (968,9 гПа), то есть амплитуда колебания составляет 16,9 гПа. Вариационный размах, то есть разность между абсолютными экстремумами давления достигает 43,7 гПа. Наиболее значительное повышение давления отмечается в сентябре и октябре (на 4,8 и 6,1 гПа, соответственно) (рис. 2).

Суточный ход атмосферного давления позволяет выявить распределение давления во времени (табл. 7).

В суточном ходе давления разница между максимальными и минимальными значениями незначительна. В холодный период она составляет 0,7-0,9 гПа, увеличиваясь к летнему периоду до 1,0-1,2 гПа. Максимальные значения давления отмечаются в первой половине дня с 09 до 12 ч., минимальные – в холодный период года с ноября по март с 15 до 17 ч., по мере продвижения к летнему периоду они сдвигаются на более поздние сроки и в июле-августе отмечаются с 18 до 20 ч. В целом за год максимальное давление отмечается с 9 до 12 ч., а минимальное – с 16 до 18 ч.

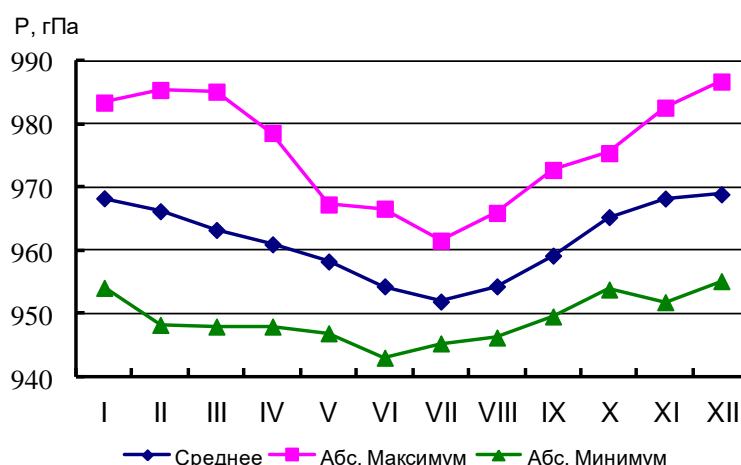


Рис. 2. Годовой ход среднего месячного, абсолютного максимального и минимального давления на аэродроме «Ташкент-Восточный» (2008-2012 гг.)

Fig. 2. Annual course of the average monthly, absolute maximum and minimum pressure at the aerodrome «Tashkent-Vostochny» (2008-2012)

Таблица 7

Среднее месячное и годовое атмосферное давление (гПа) по срокам на аэродроме «Ташкент-Восточный»

Table 7

Average monthly and annual atmospheric pressure (hPa) by time at the aerodrome «Tashkent-Vostochny»

Срок, ч.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
00	968,3	966,3	963,5	961,1	958,2	954,4	951,7	953,8	958,9	965,3	968,2	968,9	961,6
01	968,3	966,3	963,5	961,0	958,1	954,3	951,7	953,8	959,0	965,3	968,2	968,9	961,5
02	968,2	966,3	963,4	961,0	958,0	954,2	951,7	953,9	959,0	965,3	968,2	968,8	961,5
03	968,2	966,2	963,4	960,9	958,0	954,2	951,7	953,9	959,0	965,3	968,2	968,8	961,5
04	968,1	966,1	963,3	960,9	958,0	954,2	951,8	953,9	959,0	965,3	968,1	968,8	961,5
05	968,1	966,2	963,2	960,9	958,0	954,3	951,8	953,9	959,1	965,3	968,1	968,8	961,5
06	968,1	966,2	963,2	960,9	958,1	954,4	952,0	954,1	959,2	965,3	968,1	968,8	961,5
07	968,2	966,2	963,2	961,1	958,4	954,6	952,1	954,2	959,4	965,5	968,3	968,9	961,7
08	968,4	966,3	963,4	961,3	958,6	954,8	952,4	954,5	959,6	965,7	968,5	969,0	961,9
09	968,6	966,5	963,5	961,4	958,6	954,9	952,6	954,7	959,8	965,8	968,7	969,2	962,0
10	968,8	966,6	963,7	961,5	958,8	955,0	952,6	954,9	960,0	965,9	968,8	969,4	962,2
11	968,8	966,7	963,6	961,6	958,8	955,0	952,7	954,9	959,9	965,9	968,6	969,4	962,2
12	968,6	966,5	963,5	961,4	958,7	954,8	952,6	954,7	959,7	965,7	968,5	969,2	962,0
13	968,3	966,2	963,3	961,2	958,6	954,6	952,4	954,6	959,5	965,5	968,3	969,0	961,8
14	968,2	966,0	963,0	961,0	958,4	954,5	952,2	954,4	959,2	965,2	968,1	968,8	961,6
15	968,1	965,9	962,9	960,9	958,2	954,3	952,0	954,2	959,0	965,0	967,9	968,7	961,4
16	968,1	965,9	962,8	960,6	958,1	954,1	951,7	953,9	958,9	964,9	967,9	968,8	961,3
17	968,2	965,9	962,9	960,6	958,0	954,0	951,6	953,8	958,9	964,9	968,0	968,7	961,3
18	968,2	966,1	963,0	960,6	958,0	953,9	951,5	953,7	958,9	964,9	968,1	968,8	961,3
19	968,3	966,2	963,1	960,7	958,0	953,9	951,5	953,7	958,9	965,1	968,2	968,9	961,4
20	968,4	966,4	963,3	960,8	958,1	954,0	951,5	953,7	959,1	965,1	968,3	968,9	961,5
21	968,3	966,5	963,4	960,9	958,1	954,1	951,6	953,8	959,1	965,2	968,4	968,9	961,5
22	968,5	966,4	963,5	961,0	958,2	954,2	951,7	953,9	959,2	965,2	968,4	968,9	961,6
23	968,3	966,5	963,4	961,1	958,2	954,2	951,7	953,9	959,2	965,2	968,4	969,0	961,6
ср	968,3	966,3	963,3	961,0	958,7	954,4	952,0	954,4	959,2	965,3	968,3	968,9	961,7
σ, гПа	0,21	0,21	0,24	0,27	0,27	0,33	0,38	0,39	0,33	0,29	0,23	0,20	0,25
As	0,97	-0,03	-0,64	0,42	0,88	0,56	0,76	0,83	1,05	0,68	0,53	1,36	1,02

Изменчивость средних суточных значений давления изменяется в течение года от 6-7 гПа в зимнее время до 2-3 гПа – в летнее (табл. 8).

Таблица 8

Статистические характеристики среднего суточного атмосферного давления на уровне аэродрома «Ташкент-Восточный»

Table 8

Statistical characteristics of the average daily atmospheric pressure at the level of the aerodrome «Tashkent-Vostochny»

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
ср, гПа	968,3	966,3	963,3	961,0	958,7	954,4	952,0	954,4	959,2	965,3	968,3	968,9	961,7
σ, гПа	5,94	7,40	5,78	4,65	3,16	3,40	2,18	3,18	3,28	3,62	4,47	5,48	7,34
As	-0,59	0,40	0,14	0,37	-0,09	0,91	0,53	0,10	0,08	-0,17	0,24	0,30	0,30

В работе [Чанышева и др., 2011] высказывается мнение, что повышенная изменчивость давления в зимний период связана с достаточно частым чередованием циклонических и антициклонических полей.

Заключение. Представленные материалы, построенные на основе имеющихся метеорологических почасовых данных метеорологической станции аэродрома «Ташкент-Восточный» за период с 2008 по 2012 гг. в соответствии с РД «Требования к составлению климатического описания аэродрома», позволяют судить о многолетнем режиме таких метеорологических величин, как температура и давление воздуха в этом районе. Проведенная сравнительная характеристика полученных данных с соответствующими метеорологическими материалами метеостанции Ташкент-обсерватория за тот же период показала, что ряд температурных характеристик по аэродрому «Ташкент-Восточный» несколько ниже, а давления несколько выше по сравнению с данными метеостанции Ташкент-обсерватория.

Материалы будут использованы для составления авиационно-климатического описания аэродрома «Ташкент-Восточный» в целях авиаметеорологического обеспечения его строительства и последующей эксплуатации.

Вклад авторов. **О.Л. Бабушкин:** Анализ, проверка, проведение расчетов, написание текста, оформление. **Б.М. Холматжанов:** Анализ, написание текста, руководство. **Н.В. Шульгина:** Сбор, обработка данных, систематизация материала, анализ. **А.Р. Зайнитдинова:** Анализ, редактирование и пополнение текста. **Ш.Х. Хабибуллаев:** Сбор, обработка данных, систематизация материала, анализ. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 384 с.
- Богаткин О.Г. Авиационная метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 2005. – 329 с.
- Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. – СПб., РГГМУ. 2009. – 340 с.
- Воздушный кодекс Республики Узбекистан. Гл.3, ст. 32. Закон Республики Узбекистан от 26 декабря 1997 г. № 549-1 – Ведомости Олий Мажлиса, 1998 г., № 3.
- Наровлянский Г.Я. Авиационная климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 267 с.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 19. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 304 с.
- РД 52.21.692-2007. Требования к составлению климатического описания аэродрома. – М.: Росгидромет. 2007. – 42 с.

Чанышева С.Г., Смирнова Е.Н. Климатическое описание Ташкентского вилоята. – Ташкент: НИГМИ, 2011. – 161 с.

Электрон манба:

spot.uz/ru/2020/02/12//airports.

ЛОЙИХАЛАНАЁТГАН «ТОШКЕНТ-ШАРҚИЙ» АЭРОДРОМИ ҲУДУДИДА ҲАВО ҲАРОРАТИ ВА ҲАВО БОСИМИНИНГ ИҚЛИМИЙ ТАВСИФИ

О.Л. БАБУШКИН¹, Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ²,
Н.В. ШУЛГИНА³, А.Р. ЗАЙНИТДИНОВА³, Ш.Ҳ. ҲАБИБУЛЛАЕВ³

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, boleg1944@mail.ru.

² Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, b.xolmatjanov@nuu.uz

³ Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази, uzhyumet@meteo.uz

Аннотация. Мақолада лойиҳаланаётган «Тошкент-Шарқий» аэродроми ҳудудида ҳаво ҳарорати ва ҳаво босими каби метеорологик катталикларнинг иқлимий хусусиятлари “Аэродромнинг иқлимий тавсифини тайёрлашга қўйиладиган талаблар” йўриқнома ҳужжатига мувофиқ келтирилган. Тадқиқот ишини бажаришда 2008 йилдан 2012 йилгача бўлган 5 йиллик давр мобайнидаги мавжуд метеорологик маълумотлардан фойдаланилди. Аниқланган катталиклар «Тошкент-обсерватория» метеорология станциясининг шу даврдаги метеорологик маълумотлари билан қиёсланган. «Тошкент-Шарқий» аэродромидаги ҳаво ҳарорати «Тошкент-обсерватория» станциясидагига нисбатан бирмунча пастроқ, ҳаво босими эса юқорироқ эканлиги кўрсатилган.

Калит сўзлар: иқлим тавсифи, ҳаво ҳарорати, ҳаво босими, «Тошкент-Шарқий» аэродроми.

CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE AIR TEMPERATURE AND AIR PRESSURE IN THE AREA OF THE PROJECTED AERODROME “TASHKENT-VOSTOCHNY”

O.L. BABUSHKIN¹, B.M. KHOLMATJANOV²,
N.V. SHULGINA³, A.R. ZAINITDINOVA³, SH.KH. KHABIBULLAEV³

¹ Hydrometeorological Research Institute, boleg1944@mail.ru

² National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, b.xolmatjanov@nuu.uz

³ Center of the Hydrometeorological Service of Uzbekistan, uzhyumet@meteo.uz

Abstract. The paper presents the climatic characteristics of such meteorological parameters air temperature and air pressure in the area of the projected aerodrome “Tashkent-Vostochny” in accordance with the Guidance “Requirements for compiling a climatic description of the aerodrome”. The available meteorological data for the 5-year period from 2008 to 2012 were taken for the work. A comparative characteristic with the meteorological data of the meteorological station “Tashkent-observatory” for the same period is given. It is shown that values of air temperature characteristics at the aerodrome “Tashkent-Vostochny” are somewhat lower, and air pressure are higher compared to the data of the meteorological station “Tashkent-observatory”.

Keywords: climatic description, air temperature, air pressure, the aerodrome “Tashkent-Vostochny”.

REFERENCES

Baranov A.M., Solonin S.V. Aviatsionnaya meteorologiya [Aviation meteorology]. – L.: Gidrometeoizdat, 1975. – 384 s. (in Russian)

Bogatkin O.G. Aviatsionnaya meteorologiya [Aviation meteorology]. – L.: Gidrometeoizdat, 2005. – 329 s. (in Russian)

Bogatkin O.G. Osnovy aviatsionnoy meteorologii [Fundamentals of aviation meteorology]. – SPb.: RGGMU. 2009. – 340 s. (in Russian)

Chanysheva S.G., Smirnova E.N. Klimaticheskoye opisaniye Tashkentskogo viloyata [Climatic description of the Tashkent region]. – Tashkent: NIGMI, 2011. – 161 s. (in Russian)

Narovlyanskiy G.YA. Aviatsionnaya klimatologiya [Aviation climatology]. – L.: Gidrometeoizdat, 1968. – 267 s. (in Russian)

Nauchno-prikladnoy spravochnik po klimatu SSSR. Vyp. 19 [Scientific and applied reference book on the climate of the USSR]. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 304 s. (in Russian)

RD 52.21.692-2007. Trebovaniya k sostavleniyu klimaticheskogo opisaniya aerodrome [Requirements for compiling a climatic description of an aerodrome]. – M.: Rosgidromet. – 42 s. (in Russian)

Vozdushnyy kodeks Respubliki Uzbekistan. Gl., st. 32. Zakon Respubliki Uzbekistan ot 26 dekabrya 1997 g. № 549-I. [Air Code of the Republic of Uzbekistan. Chapter 3, Art. 32. Law of the Republic of Uzbekistan dated December 26, 1997 No. 549-I]. – Vedomosti Oliy Mazhlisa, 1998 g., № 3.

Electronic resource:

spot.uz/ru/2020/02/12//airports.

УДК: 551.51

АЭРОЗОЛЬНЫЙ ФОРСИНГ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПУСТЫННЫХ РЕГИОНАХ

М.Л. АРУШАНОВ^{1*}, Б.С. ТЛЕМУРАТОВА², Б.Ж. НАРЫМБЕТОВ²

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, mikl-arushanov@rambler.ru

² Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения АН РУз, tbibigul@mail.ru

Аннотация. В статье конвективный вынос почвенных микрочастиц с пустынных поверхностей впервые рассматривается как фактор увеличения летних температур воздуха в Южном Приаралье. Для исследования этого процесса разработана двухблочная математическая модель. Первый блок предназначен для расчетов массовой концентрации аэрозоля в приземном слое атмосферы, обусловленной конвективными потоками. Полученная в первом приближении с рядом допущений и предположений количественная оценка показала существенность конвективного выноса аэрозоля в Южном Приаралье, увеличивающего концентрацию аэрозоля до $1,2 \text{ мг/м}^3$. Во втором блоке модели вычисляется повышение температуры прилегающего к подстилающей поверхности слоя воздуха (0-3 м) при молекулярном теплообмене частицами почвы, эмитирующими с раскаленной до $70-80^\circ\text{C}$ пустынной поверхности. В результате численных экспериментов с различными вариантами монодисперсного аэрозоля с вариациями толщины термического пограничного слоя выявлено, что наибольший тепляющий эффект (до 6°C) присущ для частиц с субмикронными размерами и резко по степенному закону снижается для частиц с радиусом больше 1 мкм ($0,02^\circ\text{C}$ при $R > 4 \text{ мкм}$). Расчеты для реального полидисперсного аэрозоля показали повышение температуры воздуха в дневные часы в среднем на $0,4^\circ\text{C}$. Отсутствие в Южном Приаралье осадков в июле-августе, противодействующих конвективному выносу почвенного аэрозоля вымыванием аэрозоля из атмосферы и смачиванием подстилающей поверхности, обеспечивает непрерывное поступление аэрозольных частиц в атмосферу, что увеличивает климатообразующий эффект рассматриваемого процесса. Показана значимость исследуемого форсинга ввиду прогрессирующего опустынивания во многих регионах планеты.

Ключевые слова: конвективный вынос, аэрозоль, приповерхностная температура воздуха, форсинг, Южное Приаралье.

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

Введение. Радиационный форсинг – это внешне обусловленное изменение притока радиации (коротковолновой и длинноволновой) к слою (на любом уровне – от верхней границы атмосферы до подстилающей поверхности) в системе Земля – атмосфера.

Одной из самых значимых глобальных природно-экологических проблем является опустынивание земель, наносящее огромный ущерб аграрному сектору. Опустынивание также синергетически связано с другой не менее важной проблемой – глобальным потеплением климата. Контур положительной обратной связи, объединяющий эти две проблемы, порождает неустойчивость развития экосистем, ведущую к их деградации.

Особенно актуальна проблема опустынивания для Южного Приаралья, где максимально проявляются последствия аральского кризиса. Такие кардинальные изменения ландшафта, как смена водной поверхности на сушу (усыхание Аральского моря), сокращение площадей растительного покрова существенно меняют климатообразующие характеристики подстилающей поверхности (альbedo, эвапотранспирация, теплообмен).

С процессами опустынивания, происходящими во многих регионах планеты, непосредственно связан вынос почвенного аэрозоля с подстилающей поверхности. Существуют два отличающихся по механизму генерации типа выноса аэрозоля: ветровой (при скорости ветра больше 5 м/с) и конвективный (при скорости ветра 1-3 м/с). Механизм ветрового выноса аэрозолей связан с наличием отрывных течений в пограничном слое, обусловленных значительной турбулентностью атмосферы [Гледзер и др., 2009]. Конвективный вынос аэрозоля обусловлен сильным градиентом температуры на границе подстилающей поверхности и прилегающего слоя воздуха $\approx 0,2$ м что создаёт условия для преодоления частицами тонкодисперсного аэрозоля вязкого подслоя [Гранберг, 2009; Шукуров, 2003; Гледзер и др., 2009].

Ветровой вынос почвенного и особенно минерального аэрозоля влияет на радиационный режим атмосферы, процессы облакообразования и климат. Особую роль играет субмикронная фракция аэрозоля, поскольку она имеет большое время жизни в тропосфере и переносится на большие расстояния [Shao et al., 1993]. Исследование воздействия сульфатного аэрозоля, вынесенного с осушенного дна Аральского моря [Тлеумуратова, 2018] показали, что в отдельных местах региона вследствие этого форсинга количество осадков увеличивается на 14 мм/год, летняя температура снижается на 3К.

Конвекция также является важным фактором тепло- и массопереноса в атмосфере, и способна поднять большое количество соли и пыли в верхние слои атмосферы. При слабом ветре и жаркой погоде (температура поверхности 50-80°C, относительная влажность 20-30%, ветер 2-3 м/с) механизм перемешивания воздуха в приповерхностном слое практически не отличается от механизма свободной конвекции тонкодисперсного пустынного аэрозоля [Шукуров, 2003].

Климатический эффект конвективного выноса аэрозоля не изучен, видимо, потому что этот процесс в отличие от ветрового выноса характерен лишь для аридных зон и указанный эффект физически выражен не так явно. В то же время закономерно предположение об определенном вкладе конвективного выноса аэрозоля в повышение летних температур в нижней тропосфере. Количественная оценка этого вклада особенно важна для Южного Приаралья, где участвовавшие волны тепла с экстремальными значениями (выше 39°C) увеличивают заболеваемость и, в частности, смертность населения от цереброваскулярных болезней на 17% [Спекторман, Петрова, 2008].

В данной статье оценивается конвективное увеличение концентрации аэрозоля над пустынными поверхностями и следующее из этого повышение приповерхностной температуры воздуха для летних месяцев.

Условия и методы исследования. Исследование проводилось методами математического моделирования для условий Южного Приаралья, окружённого тремя пустынями: Каракумы, Кызылкумом и Аралкумом. Оценивается вклад конвективного выноса в повышение температуры воздуха в нижнем 3 метровом слое (уровне жизнедеятельности человека). Подстилающая поверхность представляет собой песчаный грунт с близким к нулю общим проективным покрытием растений. Состав грунта в порядке убывания: кварц, карбонаты, слюда, соли, окись железа и др.

Поскольку почвенный аэрозоль является преимущественно поглощающим, рассеяние радиации в заднюю полусферу игнорируется. Заметим, что постакавальная суша Аральского моря последнего десятилетия в данном аспекте не рассматривается, так как сплошной солевой покров (60-70% сульфаты) увеличивает альбедо, а также рассеивающий сульфатный аэрозоль уменьшает поток прямой радиации, тем самым отепляющий эффект может быть очень незначительным и даже отрицательным.

Период моделирования: полуденные часы (12-13 часов) в июне-августе, использовались среднемесячные метеорологические величины летнего сезона (табл. 1) [Субботина, Чанышева, 2006].

Таблица 1

Среднемесячные метеорологические характеристики Южного Приаралья

Table 1

Average monthly meteorological characteristics of the Southern Aral Sea region

Месяцы	Температура воздуха, °С	Температура почвы, °С	Относительная влажность, %
Июнь	32	61	43
Июль	40	78	46
Август	36	69	49

Разработанная математическая модель оценки вклада конвективной эмиссии аэрозоля в повышение приповерхностной температуры воздуха состоит из двух блоков. В первом блоке вычисляется массовая концентрация аэрозоля, эмитирующего с конвективными токами. Для этого используются эмпирические соотношения, теоретическое и экспериментальное обоснование которых дано в работе [Гранберг, 2009], выполненной для пустынь Калмыкии:

$$\Delta\rho = 0,12 \delta T^{0,58}, \quad (1)$$

где $\Delta\rho$ – отклонение массовой концентрации аэрозольных частиц от фоновой концентрации ($\text{мг}/\text{м}^3$), δT – скачок (падение) температуры в термическом пограничном слое, толщина которого варьирует от 10 до 30 см.

Соотношение (1) выполняется для частиц размером 0,15-5 мкм и динамической скорости $u^* < 20$ см/с (корреляция $r = 0,47$). Скорость u^* вычисляется на основе измерения средней горизонтальной скорости $u(z)$ на высоте $z = 3$ м по формуле [Гледзер и др, 2009]:

$$u_* = \frac{\chi u(z)}{\ln\left(\frac{z}{y_0}\right)}, \quad (2)$$

где $y_0 = 10^{-4}$ м, $\chi = 0,4$ – постоянная Кармана.

Как показано в работе [Гледзер и др., 2009], разность температур δT на поверхности почвы и на высоте 0,2 м зависит от u^* и при $u^* < 20$ см/с меняется в диапазоне

10-30°C. Так как данная статья прикладного характера, мы сочли возможным заменить сложные выкладки для вычисления δT вариантными расчетами для значений 10, 20, 30 и 40°C.

Во втором блоке методом particle-in-cell вычисляется повышение температуры окружающего воздуха (в слое 0-3м) нагретыми взвешенными почвенными частицами. Алгоритм расчетов следующий. На первом шаге при предположении, что аэрозоль однороден и распределен равномерно в единице объема, вычисляется нагрев элементарного объема воздуха, приходящегося на одну частицу. Изотропный поток тепла от нагретой, взвешенной в воздухе сферической частицы равен [Щукин и др., 2012]:

$$Q = 4\pi R \cdot k_B \cdot T_B \cdot f, \quad (3)$$

где T_B – температура воздуха, R – радиус аэрозольной частицы, k_B – коэффициент теплопроводности воздуха при данной температуре. Коэффициент f определяется по формуле [Щукин и др., 2012]:

$$f = \frac{t^{1+\omega} - 1}{1 + \omega}, \quad t = t_p - \Delta t. \quad (4)$$

В (4) $t_p = T_p/T_B$ – безразмерная температура поверхности частицы, T_p – температура поверхности частицы, равная с точностью до 1,5% температуре поверхности почвы. Для воздуха $\omega = 0,85$ [Варгафтик, 1972]. Безразмерное изменение температуры вычисляется по формуле:

$$\Delta t = \frac{A_1 - \sqrt{A_1^2 - 4A_0A_2}}{2A_2}, \quad (5)$$

где $A_0 = \varepsilon(t_p^2 - t_p^{1-\omega})$, $A_1 = (1 + \varepsilon(2t_p - (1-\omega)t_p^{-\omega}))$, $A_2 = \varepsilon\left(1 + \frac{\omega(1-\omega)}{2} \cdot t_p^{-(1+\omega)}\right)$,

$$\varepsilon = \frac{C_T}{1 + \omega} \left(\frac{\lambda}{R}\right) \quad (6)$$

C_T – коэффициент скачка температуры $\approx 2,2$ [Loyalka et al., 1978; Яламов и др., 1980; Маясов и др. 1988; Латышев, Юшканов, 1992]. Длина свободного пробега молекул воздуха равна [Савельев, 1970]

$$\lambda = \frac{kT_B}{\sqrt{2}\pi d^2 p}, \quad (7)$$

где $d = 3,6 \cdot 10^{-10}$ м – диаметр молекулы воздуха, p – атмосферное давление, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана.

По отклонению массовой концентрации аэрозоля, вычисленной в первом блоке модели, находим счетную концентрацию N и объем воздуха dV , приходящийся на одну частицу. Предполагается, что стенки dV непроницаемы, а также, что dV инвариантно относительно размера и химического состава частицы.

По формуле $\rho_B = \frac{p \cdot \mu}{R_T \cdot T_B}$ определяем плотность воздуха при данной температуре и

массу воздуха, приходящуюся на одну частицу $m_B = \rho_B \cdot dV$. Здесь $\mu = 0,029$ кг/моль – молярная масса воздуха, $R_T = 8,31$ Дж/моль·К – универсальная газовая постоянная.

Далее вычисляется изменение температуры ΔT_i элементарного объема dV воздуха, вызванное теплоотдачей одной частицы по формуле

$$\Delta T = \frac{Q}{c \cdot m_B} \quad (8)$$

где $c = 1005$ Дж/кг·К – удельная теплоёмкость воздуха.

При предположении о химической однородности и монодисперсности аэрозоля тепловой эффект от ансамбля частиц равен ΔT .

На втором шаге алгоритма расчетов модель реализуется для каждого вида частиц песчаного грунта с вариациями размеров – 0,2, 0,5, 1,1, 3 и 5 мкм.

Третий шаг алгоритма второго блока состоит в определении теплового эффекта реального полидисперсного неоднородного аэрозоля. Расчеты проведены для нескольких вариантов функций распределения веществ и размеров аэрозоля. При этом, по-прежнему, предполагается, что элементарный объем нагреваемого воздуха инвариантен относительно вида и размера частиц, расчеты выполнены в первом приближении. Более детальное исследование процесса с учетом скорости конвекции, турбулентной диффузии, нелинейных эффектов, вертикальных градиентов и теплообмена пустынных участков с соседними качественно отличающимися ландшафтами даст более полную картину процесса.

Результаты и обсуждение. Численные эксперименты с вышеизложенной моделью с различными вариантами функций распределения размеров частиц и веществ, а также толщины термического погранслоя выявили, что искомое ΔT наиболее чувствительно к вариациям дисперсности. На рис. 1, отображающем результаты расчетов для монодисперсного аэрозоля видно, что максимальные ΔT соответствуют субмикронным размерам частиц. В этом же диапазоне проявляется значимость толщины термического погранслоя δT : значения ΔT падают от 10°C до 0,8°C. Различия, обусловленные δT , нивелируются для частиц, радиус которых превышает 1 мкм (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость изменения ΔT от радиуса частиц монодисперсного аэрозоля и толщины термического пограничного слоя (июнь)

Table 2

Dependence of the change in ΔT on the radius of particles of monodisperse aerosol and thermal boundary layer thickness (June)

$\delta T, ^\circ\text{C}$	R, мкм	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$\delta T, ^\circ\text{C}$	R, мкм	$\Delta T, ^\circ\text{C}$
10	0,2	4,59	30	0,2	8,68
	0,5	1,01		0,5	1,91
	1,1	0,242		1,1	0,46
	3	0,036		3	0,067
20	0,2	6,86	40	0,2	10,26
	0,5	1,51		0,5	2,26
	1,1	0,362		1,1	0,54
	3	0,053		3	0,08

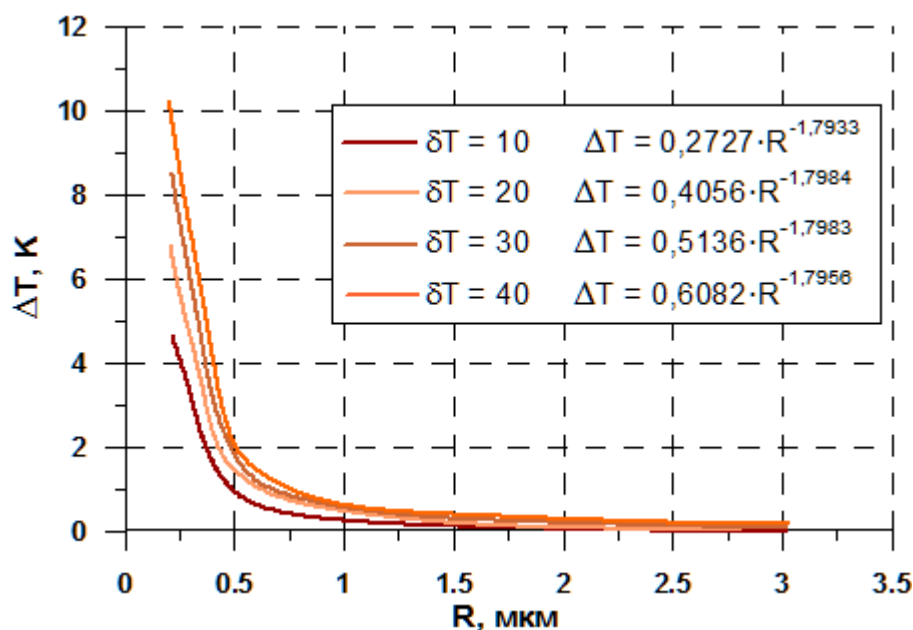


Рис. 1 Зависимость изменения ΔT от радиуса частиц монодисперсного аэрозоля и толщины термического пограничного слоя (июнь).

Fig. 1 Dependence of the change in ΔT on the radius of monodisperse aerosol particles and the thickness of the thermal boundary layer (June).

Реальный аэрозоль, эмитирующий конвективными токами с пустынной поверхности конечно же полидисперсный. Изменения температуры ΔT слоя воздуха, прилегающего к подстилающей поверхности, как следует из приведенных результатов, существенно зависит от функции распределения размеров частиц. Наиболее характерная для рассматриваемого процесса [Маясов и др., 1988; Щукин и др., 2012] функция распределения следующая:

$$f(R) = 0,0386R^{-1,678} \quad (9)$$

Расчеты, проведенные для этой функции распределения показали, что ΔT прямо пропорционально массовой концентрации, значения для июня и августа практически совпадают, для июля – выше на $0,1-0,2^\circ\text{C}$ (рис. 2).

В целом проведенное исследование показало значимость конвективного выноса аэрозоля с пустынных поверхностей как форсинга приповерхностной температуры воздуха в летние месяцы. Достаточно отметить, что вклад в произошедшее за последние два десятилетия в Южном Приаралье потепление летнего сезона на 2°C оценивается как 10-30%. Обратная положительная связь, существующая между потеплением и рассматриваемым форсингом, лишь усиливает его. Необходимо отметить, что повышенная при дневной эмиссии концентрация аэрозоля сдерживает из-за поглощающих свойств почвенного аэрозоля ночное излучение, что усиливает отепляющий эффект.

Значение форсинга летних температур воздуха при конвективном выносе аэрозоля возрастает ввиду прогрессирующего опустынивания во многих регионах земного шара (рис. 3).

Особенно опасны в климатическом аспекте опустынивание типа обезлесение и миграции песков. Простые расчеты в соответствии с разработанной моделью показывают, что увеличение пустынных площадей на 6624 тыс. кв. км (красный цвет на рис. 3) приведет к увеличению средней глобальной температуры на 14%.

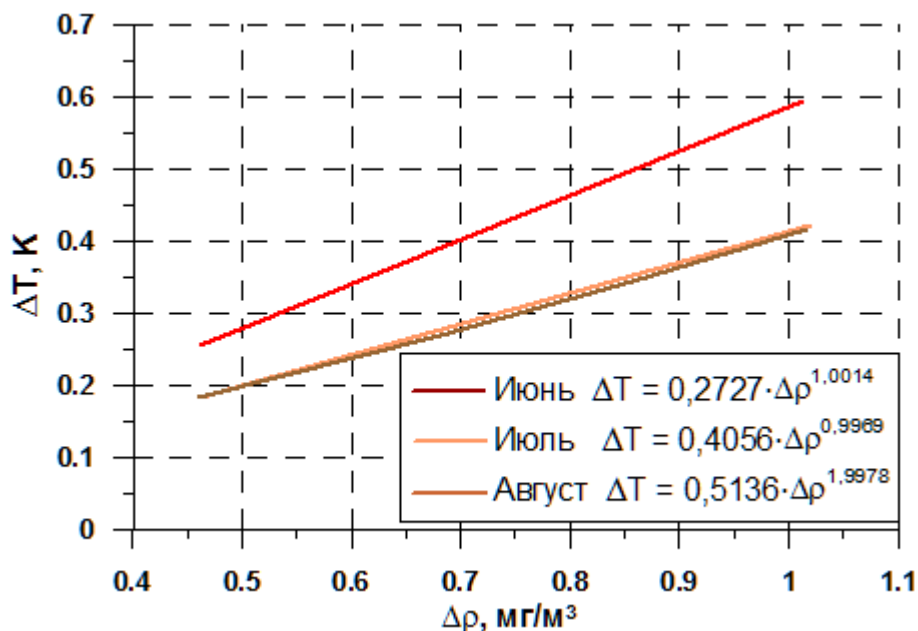


Рис. 2. Зависимость изменения ΔT от массовой концентрации полидисперсного аэрозоля и месяца летнего сезона

Fig. 2. Dependence of ΔT change on the mass concentration of polydisperse aerosol and the month of the summer season



Рис. 3. Карта опустынивания Земли: светло-жёлтый цвет — низкая угроза опустынивания, [https://everipedia.org/wiki/lang_en/Desertification]

Примечание: Цифры указывают степень потепления климата в аридных зонах

Fig. 3. Earth desertification map: light yellow color - low threat of desertification, [https://everipedia.org/wiki/lang_en/Desertification]

Note: The numbers indicate the degree of climate warming in arid zones

Выводы. Конвективный вынос аэрозоля с пустынных поверхностей, ранее, не принимаемый в расчёт, необходимо учитывать, как форсинг приповерхностной

температуры воздуха в летние месяцы. Наличие обратной положительной связи между потеплением и рассматриваемым форсингом, а также повышенные концентрации аэрозоля, препятствующие выхолаживанию ночью, являются причиной отепляющего эффекта.

Вклад авторов. М.Л. Арушанов: Постановка задачи, анализ, редактирование текста, руководство. **Б.С. Тлеумуратова:** Разработка модели, расчет, анализ, написание текста. **Б.Ж. Нарымбетов:** Сбор, обработка данных, систематизация материала, анализ. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи

ЛИТЕРАТУРА

Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с.

Гледзер Е.Б., Гранберг И.Г., Чхетиани О.Г. Конвективные потоки аэрозоля вблизи поверхности почвы // Доклады РАН. – 2009. – Т. 426. – №3. – С. 380-385.

Гранберг И.Г. Физические механизмы и экологические проблемы загрязнения атмосферного пограничного слоя над неоднородными поверхностями. Дисс. докт. физ.-мат. наук. – 2009. – 196 с.

Латышев А.В., Юшканов А.А. Аналитическое решение модельного БГК – уравнения Больцмана в задаче о температурном скачке с учетом аккомодации энергии // Математическое моделирование. – 1992. – 4:10. – С. 61-66.

Маясов Е.Г., Юшканов А.А., Яламов Ю.И. О термофорезе нелетучей сферической частицы в разреженном газе при малых числах Кнудсена // Письма в ЖТФ. – 1988. – 14:6. – С.498-502.

Савельев И.В. Молекулярная физика. Том I. – М.: Наука, 1970. – 202 с.

Спекторман Т.Ю., Петрова Е.В. Использование климатических индексов для оценки воздействий изменения климата на здоровье населения в Узбекистане / В сб. «Последствия изменения климата в Узбекистане, вопросы адаптации». Бюллетень №7. – 2008. – С. 37-46.

Субботина О.И., Чанышева С.Г. Климат Приаралья. – Ташкент: НИГМИ. – 2006. – 210 с.

Тлеумуратова Б.С. Математическое моделирование влияния трансформаций экосистемы Южного Приаралья на почвенно-климатические условия. Диссер. докт. физ.-мат. наук. – Ташкент, 2018. – 204 с.

Шукуров К.А. Флуктуации концентрации и потоки аэрозоля в конвективных условиях. Автореферат дисс. канд. физ.-мат. наук. – 2003. – 34 с.

Шукин Е.Р., Малай Н.В., Шулиманова З.Л. Молекулярный теплообмен с газообразной средой, сильно нагретой неподвижной твердой умеренно крупной сферической частицы // Научные ведомости БЕЛУ №23(142), Вып. 29. – 2012. – С. 86-92.

Яламов Ю.И., Поддоскин А.Б., Юшканов А.А. О граничных условиях при обтекании неоднородно нагретым газом сферической поверхности малой кривизны // ДАН СССР. – 1980. – Т. 254. – С.343-346.

Alfaro S.C., Gomes L. Modeling Mineral Aerosol Production by Wind Erosion: Emission Intensities and Aerosol Size Distributions in Source Areas // J. Geophys. Res. 2001, V.106. – PP. 18075-18089.

Loyalka S.K., Sielvert C.E., Thomas I.R. Temperature – jump problem with arbitrary accommodation // Phys. Fluids. – 1978. – 21:5. – PP. 854-855.

Shao Y., Raupach M.R., Findlater P.A. The Effect of Saltation and Bombardment on the Entrainment of Dust by Wind // J. Geophys. Res., 1993, V.98. – PP. 12719-12726.

Электронные ресурсы:

<http://www.pogodaiklimat.ru/mf/index.php?topic=1163.220>

https://everipedia.org/wiki/lang_en/Desertification

**ЧЎЛ МИНТАҚАЛАРИДА ЕР СИРТИ ЯҚИНИДА ҲАВО ҲАРОРАТИНИНГ
АЭРОЗОЛ ФОРСИНГИ****М.Л. АРУШАНОВ¹, Б.С. ТЛЕМУРАТОВА², Б.Ж. НАРИМБЕТОВ²**¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, mikl-arushanov@rambler.ru² ЎзР ФА Қорақалпоқ филиали Қорақалпоқ табиий фанлар илмий-тадқиқот институти, tbibigul@mail.ru

Аннотация. Мақолада илк мартаба Жанубий Оролбуйи минтақасидаги чўл юзасидан тупроқ микрозаррачаларининг конвектив кўтарилиши ёзги ҳаво ҳароратининг ортиши омили сифатида кўриб чиқилган. Ушбу жараёнини ўрганиш учун икки блокдан иборат математик модел ишлаб чиқилган. Биринчи блок атмосферанинг ер сирти яқини қатламидаги конвектив оқимлар билан кўтарилган аэрозолнинг масса концентрациясини ҳисоблашга мўлжалланган. Бир қатор фаразлар билан дастлабки яқинлашувда олинган миқдорий баҳолаш Жанубий Оролбуйи минтақасида конвектив аэрозол кўтарилишининг муҳимлиги ва аэрозол концентрациясини $1,2 \text{ мг/м}^3$ га оширишини кўрсатди. Моделнинг иккинчи блокида $70-80^\circ\text{C}$ гача қизиган чўл юзасидан кўтарилувчи тупроқ зарралари билан ер сиртига туташи ҳаво қатлами (0-3 м) молекуляр иссиқлик алмашинуви жараёнида ҳароратнинг ортиши ҳисобланади. Термик чегаравий қатлам қалинлигини ўзгартириш ва монодисперс аэрозолнинг турли вариантлари учун амалга оширилган сонли ҳисоблашлар натижасида энг катта исси таъсири (6°C гача) субмикрон ўлчамли зарралар учун хос бўлиб, 1 мкм дан ($R > 4 \text{ мкм}$ бўлганда $0,02^\circ\text{C}$) катта радиусли зарралар учун бу таъсир даражаси қонунга мувофиқ кескин камайиши аниқланган. Ҳақиқий полидисперс аэрозол учун ҳисоблашлар кундузги соатларда ҳаво ҳарорати ўртача $0,4^\circ\text{C}$ га ортишини кўрсатди. Июль-август ойларида Жанубий Оролбуйи минтақасида тўшалган сиртни намлаб, тупроқ аэрозолининг конвектив кўтарилишига тўсқинлик қилувчи ва атмосферадан аэрозолнинг ювилишини таъминловчи ёгингарчиликнинг кузатилмаслиги аэрозол зарраларининг атмосферага узлуксиз кўтарилишини таъминлайди ҳамда кўриб чиқилаётган жараённинг иқлим ҳосил қилувчи таъсирини оширади. Сайёрамизнинг кўплаб минтақаларида чўлланиш жараёнининг кучайиб бораётганлиги сабабли тадқиқ этилаётган форсингнинг аҳамияти ортаётганлиги кўрсатилган.

Калит сўзлар: конвектив чиқиш, аэрозол, ер сирти яқини ҳаво ҳарорати, форсинг, Жанубий Оролбуйи.

AEROSOL FORCING OF SURFACE AIR TEMPERATURE IN DESERT REGIONS**M. L. ARUSHANOV¹, B.S. TLEMURATOVA², B.J. NARYMBETOV²**¹ Hydrometeorological Research Institute, mikl-arushanov@rambler.ru² Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences, Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, tbibigul@mail.ru

Abstract. In the article, the convective removal of soil microparticles from desert surfaces is considered for the first time as a factor in the increase in summer air temperature in the Southern Aral Sea region. To study this process, a two-block mathematical model has been developed. The first block is intended for calculating the mass concentration of aerosol in the surface layer of the atmosphere due to convective flows. The quantitative estimate obtained in the first approximation with a number of assumptions and assumptions showed the significance of the convective removal of aerosol in the Southern Aral Sea region, increasing the aerosol concentration to 1.2 mg/m^3 . In the second block of the model, the temperature rise of the air layer (0-3 m) adjacent to the underlying surface is calculated during molecular heat exchange by soil particles emitting from a desert surface heated to $70-80^\circ\text{C}$. As a result of numerical experiments with various versions of monodisperse aerosol with variations in the thickness of the thermal boundary layer, it was revealed that the greatest warming effect (up to 6°C) is inherent for particles with submicron sizes and sharply decreases according to a power law for particles

with a radius of more than $1 \mu\text{m}$ (0.02°C at $R > 4 \mu\text{m}$). Calculations for a real polydisperse aerosol showed an increase in air temperature during the daytime by an average of 0.4°C . The absence of precipitation in the Southern Aral Sea region in July-August, which counteracts the convective removal of soil aerosol by washing out the aerosol from the atmosphere and wetting the underlying surface, ensures the continuous flow of aerosol particles into the atmosphere, which increases the climate-forming effect of the process under consideration. The significance of the studied forcing is shown in view of the progressive desertification in many regions of the planet.

Keywords: convective removal, aerosol, near-surface air temperature, forcing, Southern Priaralye.

REFERENCE

Vargaftik N.B. Spravochnik po teplofizicheskim svoystvam gazov i jidkostey [Handbook on thermophysical properties of gases and liquids]. – M.: Nauka, 1972. – 720 s. (in Russian)

Gladzer E.B., Granberg I.G., Chkhetiani O.G. Konvektivnye potoki aerolya vblizi poverhnosti pochvy [Convective aerosol fluxes near the soil surface] // Doclady AN RF, – T. 426, N 3. – 2009. – S. 380-385. (in Russian)

Granberg I.G. Fizicheskie mehanizmy i ekologicheskie problemy zagryazneniya atmosfernogo pogranichnogo sloya nad neodnorodnymi poverhnostyami [Physical mechanisms and environmental problems of pollution of the atmospheric boundary layer over heterogeneous surfaces]. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk. – 2009. – 196 s. (in Russian)

Latyshev A.V., Yushkanov A.A. Analiticheskoe reshenie modelnogo BGK – uravnenie Bolcmana v zadache o tempereturnom skachke s uchytom akkomodatsii [Analytical solution of the model BGK-Boltzmann equation in the problem of a temperature jump taking into account energy accommodation] // Matematicheskoe modelirovanie. 4(10). – 1992. – S. 61-66. (in Russian)

Mayasov E.G., Yushkanov A.A., Yalamov Yu.I. O termoforeze neletuchey sfericheskoy chastitsy v razryajonnom gaze pri malyh chislah Knudsena [On thermophoresis of a nonvolatile spherical particle in a rarefied gas at low Knudsen numbers] // Pisma v JTK, 14(6). – 1988. – S. 498-502. (in Russian)

Saveliev I.V. Molekulyarnaya fizika. Tom I. [Molecular Physics]. – M.: Nauka, 1970. – 202 s. (in Russian)

Spektorman T.Yu., Petrova E.V. Ispolzovanie klimaticheskih indeksov dlya otsenki vozdeystviya izmeneniya klimata na zdorovye naseleniya v Uzbekistane [The use of climatic indices to assess the impact of climate change on the health of the population in Uzbekistan] / V sborn. «Posledstviya izmineniya klimata v Uzbekistane, voprosy adaptatsii», bulletin No. 7. – 2008. – S. 37-46. (in Russian)

Subbotina O.I., Chanysheva S.G. Klimat Priaralya [Climate of the Aral Sea region]. – Tashkent: NIGMI. – 2006. – 210 s. (in Russian)

Tleumuratova B.S. Matematicheskoe modelirovanie vliyaniya transformatsii ekosistemy Yujnogo Priaralya na pochvenno-klimaticheskie usloviya [Mathematical modeling of the influence of the ecosystem transformations of the Southern Aral Sea region on soil and climatic conditions]. Diss. dokt. phys.-mat. nauk. – Tashkent, 2018. – 204 s. (in Russian)

Shukurov K.A. Fluktuatsii kontsentratsii i potoki aerolya v konvektivnyh usloviyah [Concentration fluctuations and aerosol fluxes in convective conditions]. Aftoreferat diss. kand. fiz.-mat. nauk. – 34 s. (in Russian)

Shchukin E.R., Malay N.V., Shulimanova Z.L. Molekulyarny teploobmen s gazoobraznoy sredoy, silno nagretoy nepodvinoj tverdoy umerenno krupnoy sfericheskoy chastitsi [Molecular heat exchange with a gaseous medium of a strongly heated immobile solid moderately large spherical particle] // Nauchnye vedomosti BELGU №23(142), vyp. 29. – 2012– S. 86-92. (in Russian)

Yalamov Yu.I., Poddoskin A.B., Yushkanov A.A. O granichnyh usloviyah pri obtekanii neodnorodno nagretyh gazom sfericheskoy poverhnosti maloy krivizny [On the boundary conditions in the flow around a spherical surface of small curvature by an inhomogeneously heated gas] // DAN SSSR, – T. 254. – 1980. – S. 343-346. (in Russian)

Electronic resources:

<http://www.pogodaiklimat.ru/mf/index.php?topic=1163.220>

https://everipedia.org/wiki/lang_en/Desertification

УДК: 551.509.318

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОВТОРЯЕМОСТИ
СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ****Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ^{1,2*}, Э.И. АБДУЛАХАТОВ²**¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, b.xolmatjanov@nuu.uz² Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, erik_sen@mail.ru

Аннотация. *Исследовано изменение повторяемости синоптических процессов Средней Азии в текущем климатическом периоде по сравнению с базовым климатическим периодом. Показано, что в текущем климатическом периоде повторяемость холодных вторжений с северо-запада и севера, приводящие к существенному понижению температуры воздуха в регионе, заметно уменьшилась во все сезоны года. Увеличилась повторяемость малоградиентных полей повышенного и пониженного давлений, которые обуславливают трансформацию приходящих воздушных масс в регион в местные воздушные массы.*

Ключевые слова: *циркуляция атмосферы, синоптические процессы, повторяемость, климатический период, Средняя Азия.*

Введение. Среди компонентов климатической системы Земли атмосфера выделяется своей динамичностью. Циркуляция атмосферы, являясь внутренним геофизическим фактором климата, оказывает большое влияние на его формирование. В выполненных Alexander et al. (2004), Martynova, Krupchatnikov (2015), Screen et al. (2018), Shepherd (2014), Sidorenkov, Orlov (2008), Voigt et al. (2021), Yang et al. (2021), Ye, Jung (2019), Zhu et al. (2015) и многих других работах, исследованы условия как глобальной циркуляции атмосферы, так и ее проявления в различных региональных масштабах мира с точки зрения изменения климата в различных периодах времени. Подчеркивая важность изучения циркуляции атмосферы, Shepherd (2014) отмечает: «Почти всё, в чем мы можем быть уверены, когда речь идет об изменении климата, связано с глобальными моделями приземной температуры, которые в основном контролируются термодинамикой. Напротив, мы гораздо меньше уверены в аспектах изменения климата, связанных с атмосферной циркуляцией, которые в основном контролируются динамикой и оказывают сильное влияние на региональный климат».

Климат в среднеазиатском регионе определяется вкладом различных типов синоптических процессов, который выражается их повторяемостью и продолжительностью по сезонам, полугодиям и в целом за год, осредненные за определенные период времени. Результаты исследования этих характеристик за различные периоды нашли свое отражение в работах В.А.Бугаева, В.А.Джорджио, Т.А.Сарымсакова, Э.С.Ильиновой, А.Ю.Турсунова, З.Г.Эмм, М.И.Морозовой, О.И.Чернышевой, Т.А.Войновой, Т.С.Григорьевой, Э.С.Казарянц, О.И.Субботиной, С.Г.Чанышевой, Т.М.Чевычаловой, И.С.Кима, С.И.Инагамовой, Т.М.Мухтарова, Г.А.Мамаджановой, Ю.В.Петрова, Б.М.Холматжанова и др. [Войнова и др., 1983; 1985; Ильинова и др., 1965; Иногамова, 2009а, 2009б.; Иногамова, Мухтаров, 2007; Ким, 2001; Молоснова, Илиняк, 1991; Очерки ..., 2011; Петров и др., 2017; Руководство ..., 1986; Синоптические ..., 1957; Субботина, Чевычалова, 1991; Mamadjanova et al., 2018]. В этих работах детально исследованы статистические характеристики типов синоптических процессов за периоды 1935-1944, 1944-1962, 1944-1978, 1954-1978, 1961-1990, 1935-2014 и 1991-2016 годы.

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

Последние несколько десятилетия ознаменованы существенным изменением глобального и регионального климата. На фоне глобальных климатических изменений усыхание Аральского моря и образование пустыни Аралкум, стало дополнительной причиной изменения климатической системы среднеазиатского региона, в том числе и территории Узбекистана. Изменение общей циркуляции атмосферы северного полушария в указанном периоде явилось причиной изменения синоптических процессов Средней Азии. Учитывая данное обстоятельство появляется объективная необходимость исследования особенностей изменения синоптических процессов Средней Азии в завершившемся тридцатилетнем (1991-2020 гг.) периоде.

Целью исследования является статистическая оценка изменения повторяемости синоптических процессов в текущем климатическом периоде (1991-2020 гг.) относительно базового климатического периода (1961-1990 гг.). **Задача** исследования – дополнение и уточнение результатов, полученных в работе [Петров и др., 2017].

Объектом исследования является региональная циркуляция атмосферы над Средней Азией, а **предметом** – характеристики повторяемости синоптических процессов Средней Азии.

Исходные данные. Для выполнения исследования были использованы календари синоптических процессов Средней Азии [Календарь ..., 1993, 2013]. При обработке ежедневных данных календарей учитывались основные типы синоптических процессов (тип, указанный в числителе). Статистико-стохастические характеристики синоптических процессов за базовый климатический период взяты из монографии [Инагамова и др., 2002].

В работе использованы **методы** статистического и сравнительного анализа.

Основные результаты и их обсуждение. В текущем климатическом периоде среди типов синоптических процессов наибольшую повторяемость имеет малоградиентное поле повышенного давления, повторяемость которой заметно увеличилась относительно базового периода (от 19,4 до 31,1 случаев) в основном за счет холодного полугодия. Повторяемость малоградиентного поля пониженного давления также увеличилась от 17,5 случаев в базовом до 25,8 случаев в текущем периоде (табл. 1).

Следующее место занимает западное вторжение – 30,8 случаев (соответственно 16,0 случая или 52,1% и 14,7 случая или 47,9% в холодное и тёплое полугодия). В базовом климатическом периоде повторяемость данного типа составляла 33,4 случаев в год (16,3 случая или 48,8% в холодное полугодие и 17,1 случая или 51,2% – в тёплое). Таким образом, западное вторжение стало наблюдаться немного реже и произошло это уменьшение в основном в тёплое полугодие (табл. 1 и 2).

В базовом климатическом периоде среди типов синоптических процессов наибольшую повторяемость имела юго-западная периферия антициклона – в среднем 35,0 случаев за год (23,0 случая или 65,7% в холодное полугодие и 12,0 или 34,3% – в тёплое). Несколько реже наблюдалась южная периферия антициклона 10,2 (50,5%) случая в холодное полугодие и 10,0 (49,5%) случая в тёплое полугодие. Юго-восточная периферия антициклона наблюдалась с частотой в среднем 7,4 случая в год. Их суммарное количество составляло 62,6 случаев в год. В текущем периоде юго-западная периферия антициклона в среднем за год наблюдается с частотой 28,6 случаев, южная периферия – 20,0 случаев и юго-восточная периферия – 7,7 случаев. Таким образом, повторяемость юго-западной периферии несколько уменьшилась, а южной и юго-восточной периферии – практически не изменилась.

Некоторое уменьшение повторяемости свойственно и для группы южных циклонов. Так, если в базовом периоде в среднем за год выход южнокаспийского циклона

отмечался в 12,2, мургабского – 8,8 и верхнеамударьинского – 1,8 случаях, то в текущем периоде они наблюдаются немного реже – 10,8; 7,4 и 1,2 случаев, соответственно.

Таблица 1

Многолетние средние значения повторяемости типов (число случаев) синоптических процессов в различные периоды (1 – 1961-1990 гг., 2 – 1991-2020 гг.)

Table 1

Long-term average values of the frequency of types (number of cases) of synoptic processes in different periods (1 - 1961-1990, 2 - 1991-2020)

Тип	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	Год
1	1	1,5	1,8	2,4	2,2	1,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,8	1,1	1,2	10,2	2,0	12,2
	2	1,3	1,9	2,2	1,4	0,8	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	1,1	1,5	9,4	1,4	10,8
2	1	1,5	1,3	1,8	1,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	1,3	7,7	1,1	8,8
	2	1,6	1,2	1,4	1,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,6	6,6	0,7	7,4
3	1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	1,6	0,2	1,8
	2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	1,1	0,1	1,2
4	1	0,4	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	2,1	0,4	2,5
	2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3
5	1	2,0	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,9	1,8	2,1	1,6	1,4	8,7	9,9	18,6
	2	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,7	0,8	0,7	1,1	0,9	0,8	3,9	4,5	8,4
6	1	0,4	0,4	0,3	0,5	1,1	1,0	1,0	1,3	0,9	0,7	0,4	0,3	2,3	6,0	8,3
	2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	1,1	1,2	2,3
7	1	1,5	1,2	1,7	1,2	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	0,8	1,2	1,0	7,8	2,1	9,9
	2	0,4	0,7	0,8	0,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	3,6	0,6	4,2
8	1	0,6	0,6	1,2	1,2	1,4	0,6	0,8	0,6	0,5	0,4	0,6	0,9	5,1	4,3	9,4
	2	0,5	0,3	0,4	0,7	0,5	0,6	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	2,8	2,0	4,7
9	1	4,3	3,7	3,4	2,9	2,2	1,2	0,7	1,0	2,9	4,0	4,5	4,2	23,0	12,0	35,0
	2	3,8	3,5	3,4	2,4	1,8	0,6	0,2	0,9	2,1	3,3	2,9	3,7	19,8	8,8	28,6
9a	1	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	0,9	0,6	0,4	0,3	2,6	4,8	7,4
	2	0,3	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,6	1,1	1,0	1,0	0,4	0,4	2,8	4,9	7,7
9b	1	1,5	1,7	2,1	2,0	1,8	1,3	1,1	1,6	2,6	1,6	1,4	1,5	10,2	10,0	20,2
	2	1,7	1,6	1,8	2,0	1,9	1,1	0,5	1,3	2,3	2,0	1,9	2,0	10,9	9,1	20,0
10	1	2,7	2,1	2,8	3,2	3,1	3,1	3,1	2,6	2,4	2,8	2,8	2,7	16,3	17,1	33,4
	2	2,3	2,4	2,9	3,3	2,8	3,0	2,2	1,9	2,2	2,5	2,7	2,5	16,0	14,7	30,8
11	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6
12	1	1,4	0,9	1,4	1,3	2,3	1,6	1,5	1,6	2,3	2,1	1,7	1,3	8,0	11,4	19,4
	2	3,0	2,5	2,6	3,1	2,5	1,9	1,8	2,0	2,6	3,2	3,1	2,9	17,1	14,0	31,1
13	1	0,5	0,4	0,4	1,1	2,3	2,4	3,3	3,0	1,8	1,0	0,7	0,6	3,7	13,8	17,5
	2	1,3	1,0	1,7	2,2	3,7	3,6	3,5	3,2	2,4	1,4	0,7	1,0	7,9	17,8	25,8
14	1	0,4	0,4	0,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,7	0,6	2,7	0,3	3,0
	2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	1,0	0,5	1,5
15	1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Примечание. XII - холодное полугодие (ноябрь-апрель), III - теплое полугодие (май-октябрь).

В текущем периоде заметно уменьшилась повторяемость группы типов, обуславливающих вторжение холодных воздушных масс с северо-запада и севера. Если в базовом периоде северо-западное холодное вторжение наблюдалась с частотой 18,6 случаев в год, в настоящее время этот показатель уменьшился до 8,4 случаев, а повторяемость северного холодного вторжения уменьшилась от 8,3 до 2,3 случаев.

Таблица 2

Многолетние средние значения повторяемости (%) типов синоптических процессов в различные периоды (1 – 1961-1990 гг., 2 – 1991-2020 гг.)

Table 2

Long-term average values of frequency (%) of types of synoptic processes in different periods (1 - 1961-1990, 2 - 1991-2020)

Тип	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	ТП	Год
1	1	12,3	14,8	19,7	18,0	8,2	0,8	0,0	0,0	0,8	6,6	9,0	9,8	83,6	16,4	100,0
	2	11,7	17,5	20,6	13,2	7,4	0,9	0,0	0,3	1,5	3,1	10,2	13,5	86,8	13,2	100,0
2	1	17,0	14,8	20,5	12,5	6,8	1,1	0,0	0,0	0,0	4,5	8,0	14,8	87,5	12,5	100,0
	2	21,7	16,7	19,5	13,1	6,8	0,9	0,0	0,0	0,0	2,3	11,3	7,7	90,0	10,0	100,0
3	1	16,7	16,7	16,7	11,1	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	11,1	16,7	88,9	11,1	100,0
	2	30,6	11,1	16,7	13,9	2,8	0,0	2,8	0,0	0,0	5,6	8,3	8,3	88,9	11,1	100,0
4	1	16,0	20,0	12,0	4,0	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0	4,0	12,0	20,0	84,0	16,0	100,0
	2	10,0	10,0	20,0	0,0	0,0	0,0	10,0	20,0	20,0	10,0	0,0	0,0	40,0	60,0	100,0
5	1	10,8	7,0	6,5	6,5	7,0	7,5	7,5	10,2	9,7	11,3	8,6	7,5	46,8	53,2	100,0
	2	7,9	7,1	6,3	5,2	7,5	6,0	7,9	9,9	8,7	13,1	10,7	9,5	46,8	53,2	100,0
6	1	4,8	4,8	3,6	6,0	13,3	12,0	12,0	15,7	10,8	8,4	4,8	3,6	27,7	72,3	100,0
	2	7,2	2,9	13,0	8,7	7,2	10,1	11,6	4,3	13,0	5,8	11,6	4,3	47,8	52,2	100,0
7	1	15,2	12,1	17,2	12,1	7,1	3,0	1,0	1,0	1,0	8,1	12,1	10,1	78,8	21,2	100,0
	2	10,3	15,9	19,8	12,7	4,0	0,0	1,6	0,0	1,6	6,3	11,1	16,7	86,5	13,5	100,0
8	1	6,4	6,4	12,8	12,8	14,9	6,4	8,5	6,4	5,3	4,3	6,4	9,6	54,3	45,7	100,0
	2	11,3	7,0	9,2	14,8	10,6	12,0	3,5	4,9	2,1	8,5	7,7	8,5	58,5	41,5	100,0
9	1	12,3	10,6	9,7	8,3	6,3	3,4	2,0	2,9	8,3	11,4	12,9	12,0	65,7	34,3	100,0
	2	13,3	12,3	11,8	8,5	6,3	2,0	0,8	3,0	7,2	11,4	10,3	13,1	69,2	30,8	100,0
9a	1	5,4	5,4	6,8	8,1	9,5	10,8	10,8	13,5	12,2	8,1	5,4	4,1	35,1	64,9	100,0
	2	3,9	6,9	6,5	8,7	9,1	6,5	7,4	14,7	13,4	12,6	4,8	5,6	36,4	63,6	100,0
9b	1	7,4	8,4	10,4	9,9	8,9	6,4	5,4	7,9	12,9	7,9	6,9	7,4	50,5	49,5	100,0
	2	8,5	7,8	8,8	9,8	9,5	5,3	2,5	6,5	11,3	10,2	9,7	10,0	54,7	45,3	100,0
10	1	8,1	6,3	8,4	9,6	9,3	9,3	9,3	7,8	7,2	8,4	8,4	8,1	48,8	51,2	100,0
	2	7,5	7,7	9,4	10,6	9,2	9,9	7,3	6,2	7,2	8,2	8,8	8,1	52,1	47,9	100,0
11	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,5	58,8	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	63,2	31,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
12	1	7,2	4,6	7,2	6,7	11,9	8,2	7,7	8,2	11,9	10,8	8,8	6,7	41,2	58,8	100,0
	2	9,5	7,9	8,3	10,0	8,1	6,0	5,7	6,3	8,5	10,3	10,0	9,4	55,1	44,9	100,0
13	1	2,9	2,3	2,3	6,3	13,1	13,7	18,9	17,1	10,3	5,7	4,0	3,4	21,1	78,9	100,0
	2	5,0	3,8	6,7	8,5	14,2	14,1	13,6	12,3	9,4	5,6	2,8	3,9	30,8	69,2	100,0
14	1	13,3	13,3	6,7	13,3	3,3	0,0	0,0	3,3	3,3	0,0	23,3	20,0	90,0	10,0	100,0
	2	13,6	6,8	11,4	9,1	6,8	4,5	2,3	0,0	13,6	6,8	6,8	18,2	65,9	34,1	100,0
15	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0
	2	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0

Примечание. XII - холодное полугодие (ноябрь-апрель), ТП - теплое полугодие (май-октябрь).

Существенное уменьшение повторяемости свойственно и для таких типов процессов, как широкий вынос тёплого воздуха, волновая деятельность на холодном фронте, малоподвижный циклон над севером Средней Азии и западный циклон. А ныряющий циклон наблюдался в текущем периоде только один раз.

Таким образом, имеется определенная изменчивость многолетних средних значений повторяемости типов синоптических процессов от периода к периоду, о чем свидетельствуют данные табл. 3. Как видно из этой таблицы, повторяемости синоптических процессов, рассчитанные за периоды 1954-1978 и 1961-1990 гг. отличаются ненамного. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что в эти периоды времени основные циркуляционные закономерности формирования климата Средней Азии сохранялись. Согласно нашим расчетам, в период 1991-2020 гг. прослеживаются существенные изменения повторяемости типов синоптических процессов относительно климатического базового периода, которые отражаются в вероятности их появления.

Таблица 3

Многолетние средние значения повторяемости типов синоптических процессов в различные периоды (число случаев)

Table 3

Long-term average values of frequency of synoptic process types in different periods (number of cases)

Период	Типы синоптических процессов																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9a	9b	10	11	12	13	14	15
1935-1944 В.А. Бугаев и др.	21,7	13,3	8,6	4,5	44,3	25,4	12,3	3,9	64,7	6,4	-	46,7	12,0	-	-	-	-
1944-1962 Э.С. Ильинова и др.	19,2	5,5	2,6	0,7	25,5	16,4	12,8	5,0	38,3	13,0	38,9	33,3	2,0	9,6	5,9	-	-
1944-1978 Т.А. Войнова и др.	17,1	8,1	1,3	2,3	26,8	15,4	17,0	8,1	37,9	10,5	28,9	35,4	1,1	11,9	9,0	-	-
1945-1984 С.И. Иногамова	15,0	6,8	2,1	2,2	22,8	12,6	11,7	7,6	36,0	9,5	28,5	33,2	1,6	13,6	11,3	1,9	0,05
1954-1978 Т.А. Войнова и др.	13,4	7,2	1,9	2,6	22,7	12,3	12,2	8,3	34,4	6,1	19,9	31,5	1,5	12,2	10,1	1,3	0,1
1961-1990 Ш.Т. Мухтаров	12,2	8,8	1,8	2,5	18,6	8,3	9,9	9,4	35,0	7,4	20,2	33,4	1,7	19,4	17,5	3,0	0,2
1991-2020 Б.М. Холматжанов	10,8	7,4	1,2	0,3	8,4	2,3	4,2	4,7	28,6	7,7	20,0	30,8	0,6	31,1	25,8	1,5	0,0

Проведем анализ изменения вероятностей появления типов синоптических процессов за два указанных выше периода (рис. 1-3). При анализе обращалось внимание на синоптические процессы, которые имели наибольшую вероятность (более 8-10%). В весенний сезон базового климатического периода самые высокие вероятности появления (более 8%) имели южнокаспийский циклон, юго-западная и южная периферии антициклона, западное вторжение и малоградиентное поле повышенного давления (рис. 1a). Анализ вероятностей появления типов процессов в текущем климатическом периоде показывает, что тогда как вероятности юго-западной периферии антициклона и западного вторжения практически не изменились, вероятности малоградиентных полей повышенного и пониженного давления сильно увеличились (от 8,6% до 15,3% и 6,5% до 14,5%, соответственно). Вместе с тем, вероятности южнокаспийского циклона, северо-западного холодного вторжения, северного холодного вторжения, волновой деятельности

на холодном фронте и малоподвижного циклона над Средней Азией заметно уменьшились.

Летом в базовом периоде преобладающими (вероятность появления более 10%) были северо-западное холодное вторжение, западное вторжение, малоградиентные поля повышенного и пониженного давления (рис. 1б). Как и в весеннем сезоне, вероятность западного вторжения осталась без изменения. Вероятности малоградиентных полей повышенного и пониженного давления сильно увеличились, тогда как вероятности северо-западного и северного холодных вторжений заметно уменьшились.

В осенний сезон изменения вероятностей появления процессов не столь велики (рис. 1в). В этот сезон в базовом периоде преобладающими были северо-западное холодное вторжение, юго-западная и южная периферии антициклона, западное вторжение и малоградиентное поле повышенного давления. В текущем климатическом периоде вероятность западных вторжений осталась без изменений. Если вероятности южной периферии антициклона, малоградиентных полей повышенного и пониженного давлений увеличились, то вероятности северо-западного и северного холодных вторжений, волновой деятельности на холодном фронте и юго-западной периферии антициклона уменьшились.

Самые существенные изменения произошли в зимний сезон (рис. 1г). В базовом климатическом периоде определяющими являлись юго-западная периферия антициклона и западное вторжение. В текущем периоде их вероятности не изменились. Произошло сильное увеличение вероятности малоградиентного поля повышенного давления и заметное увеличение вероятности малоградиентного поля пониженного давления. Заметно уменьшилась вероятность северо-западного холодного вторжения.

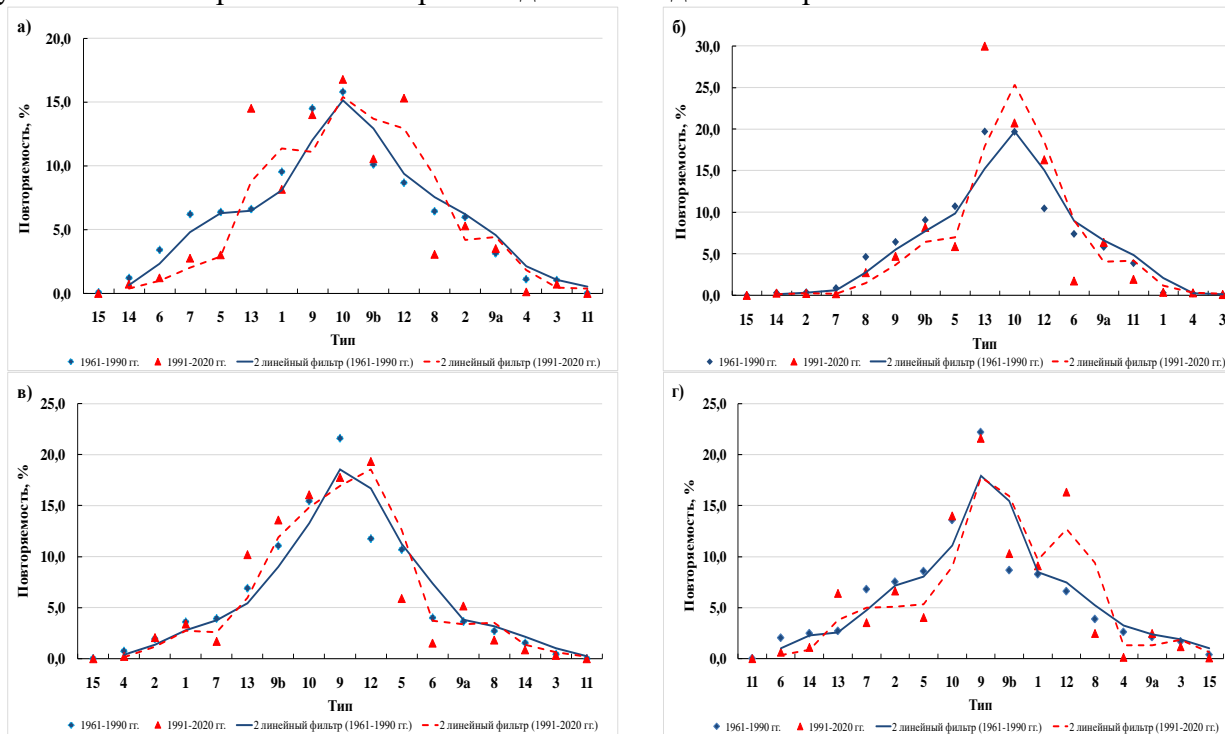


Рис. 1. Распределение вероятностей появления типов синоптических процессов Средней Азии в периоды 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.

а) весна, б) лето, в) осень, г) зима

Fig. 1. Distribution of probabilities of occurrence of types of synoptic processes in Middle Asia in the periods of 1961-1990 and 1991-2020

а) spring, б) summer, в) autumn, д) winter

Вышеизложенные сезонные изменения вероятностей появления синоптических процессов отобразились в разрезе полугодий следующим образом. В базовом климатическом периоде в холодное полугодие основными были юго-западная периферия антициклона и западное вторжение, а в тёплое полугодие – северо-западное холодное вторжение, юго-западная и южная периферии антициклона, западное вторжение, малоградиентные поля повышенного и пониженного давления (табл. 4, рис. 2). В холодное полугодие вероятность юго-западной периферии антициклона осталась почти без изменения, а западное вторжение стало наблюдаться немного чаще. Вместе с тем, вероятности южной периферии антициклона, малоградиентных полей повышенного и пониженного давления (особенно повышенного давления) увеличились, а северо-западного холодного вторжения и волновой деятельности на холодном фронте – заметно уменьшились.

В тёплое полугодие вероятность появления западного вторжения осталась без изменения. Сильно увеличились случаи с малоградиентным полем повышенного и пониженного давления. Заметно уменьшились вероятности северо-западного и северного холодных вторжений, а также юго-западной периферии антициклона. В уменьшении вероятности появления юго-западной периферии антициклона решающую роль сыграл летний сезон.

В годовом распределении вероятности появления типов синоптических процессов в базовом климатическом периоде главными являлись юго-западная периферия антициклона и западное вторжение (16,6 и 16,0%, соответственно) (табл. 4, рис. 3). Следующие позиции занимали северо-западное холодное вторжение, южная периферия антициклона, малоградиентные поля повышенного и пониженного давления (9,0; 9,7; 8,6 и 9,3%, соответственно).

В текущем периоде вероятность юго-западной периферии антициклона немного уменьшилась, а западного вторжения – несущественно увеличилась. Значительное увеличение произошло в вероятностях появления малоградиентных полей повышенного и пониженного давления. Небольшое увеличение наблюдается и в вероятностях юго-восточной и южной периферий антициклона. Вероятности северо-западного и северного холодных вторжений, волновой деятельности на холодном фронте и малоподвижного циклона над Средней Азией заметно уменьшились.

Рассмотрим вышеизложенные изменения вероятностей появления типов синоптических процессов в соответствии с формами циркуляции атмосферы северного полушария по типизации Вангенгейма-Гирса [Угрюмов, 2006]. Данный подход дает возможность выявить главные особенности изменения климата среднеазиатского региона с циркуляционной точки зрения. Форма меридиональной циркуляции была разделана на две группы: холодный (C_X) и тёплый (C_T) типы (табл. 5).

Вероятность появления типов, которые обуславливают адвекцию холода в Среднюю Азию, в текущем климатическом периоде уменьшилась около трех раз по сравнению с базовым периодом во всех сезонах (от 22,2 до 8,0% за год). Несколько уменьшилась и вероятность по тёплому типу меридиональной формы, которая обуславливает адвекцию тропического воздуха в регион. Это связано с уменьшением повторяемости южных циклонов. Вероятность восточной формы циркуляции (E) изменилась в пределах 3,7% в текущем периоде по сравнению с базовым. Значительно увеличилась вероятность зональной циркуляции (W) во все сезоны года. Особенно это выражено для летнего сезона (до 24,9%), в среднем за год это увеличение составило 18,8%.

Таблица 4

Вероятность появления (%) типов синоптических процессов (независимо от их продолжительности) в различные периоды (1 – 1961-1990 гг., 2 – 1991-2020 гг.)

Table 4

The probability of occurrence (%) of types of synoptic processes (regardless of their duration) in different periods (1 - 1961-1990, 2 - 1991-2020)

Тип	Период	Синоптические процессы														Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	ТП	
1	1	7,8	10,3	11,9	11,3	5,4	0,9	0,0	0,0	0,4	4,4	6,0	6,7	8,9	2,1	5,8
	2	7,2	11,5	11,7	7,9	4,9	0,8	0,0	0,3	1,2	2,1	6,9	8,6	9,0	1,8	5,8
2	1	7,6	7,8	8,8	5,9	3,2	0,9	0,0	0,2	0,0	2,1	3,7	7,2	6,7	1,2	4,2
	2	9,1	7,5	7,5	5,3	3,1	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	5,2	3,3	6,4	0,9	4,0
3	1	1,6	1,9	1,5	1,2	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,9	1,5	1,3	0,3	0,8
	2	2,1	0,8	1,1	0,9	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4	0,6	0,6	1,0	0,2	0,6
4	1	1,9	3,1	1,6	0,5	1,2	0,5	0,0	0,2	0,0	0,6	1,6	2,8	1,8	0,5	1,2
	2	0,2	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,5	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
5	1	10,3	7,6	6,0	6,2	6,9	9,9	9,7	12,6	11,2	12,0	8,9	7,8	7,4	10,7	9,0
	2	3,8	3,6	2,8	2,4	3,9	4,1	6,4	7,1	5,1	6,9	5,7	4,7	3,8	5,5	4,5
6	1	1,9	2,5	1,6	2,8	5,8	6,9	6,6	8,7	5,5	4,2	2,3	1,7	2,7	5,6	4,0
	2	0,9	0,4	1,6	1,1	1,0	1,9	2,5	0,8	2,1	0,8	1,7	0,6	1,1	1,5	1,2
7	1	7,6	7,2	8,5	6,4	3,7	1,9	0,5	0,7	0,8	4,6	6,4	5,6	6,5	2,6	4,7
	2	2,5	4,0	4,4	2,9	1,0	0,0	0,6	0,0	0,5	1,7	2,9	4,1	3,5	0,7	2,3
8	1	3,1	3,7	6,0	6,1	7,2	4,2	5,6	4,1	2,9	2,1	3,1	4,8	5,2	3,6	4,4
	2	3,0	2,0	2,3	3,8	3,1	4,6	1,6	2,0	0,7	2,5	2,3	2,4	2,7	2,4	2,6
9	1	22,1	21,4	16,8	15,2	11,5	8,3	4,7	6,3	17,5	22,7	24,7	23,2	18,2	14,7	16,6
	2	21,6	21,2	17,7	13,4	11,0	4,6	2,2	7,3	14,5	20,4	18,4	22,0	19,0	10,8	15,4
9a	1	2,1	2,5	2,6	3,1	3,7	5,8	5,2	6,5	5,3	3,4	2,2	1,7	2,6	4,6	3,5
	2	1,7	3,2	2,6	3,7	4,3	4,1	5,4	9,6	7,2	6,0	2,3	2,5	2,7	6,0	4,2
9b	1	7,6	9,9	10,4	10,2	9,7	9,0	7,7	10,5	16,1	9,3	7,8	8,5	9,4	10,1	9,7
	2	9,6	9,5	9,3	10,8	11,6	8,7	4,8	11,0	15,9	12,7	12,2	11,8	10,5	11,2	10,8
10	1	13,8	12,2	14,1	16,8	16,5	21,3	20,8	17,0	14,8	16,2	15,4	14,8	14,7	17,4	16,0
	2	13,0	14,3	15,2	17,9	17,3	24,8	21,3	16,1	15,4	15,8	17,0	14,7	15,4	18,2	16,6
11	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	6,8	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,6
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,8	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,3
12	1	7,4	5,2	7,0	6,7	12,3	10,9	10,0	10,5	14,2	12,0	9,1	7,2	7,7	11,1	9,3
	2	16,8	14,9	13,5	17,0	15,5	15,3	16,9	16,7	18,5	20,0	19,5	17,3	16,4	17,2	16,8
13	1	2,4	2,5	2,1	5,7	12,0	16,8	22,6	19,8	10,8	5,7	4,2	3,2	4,7	12,7	8,6
	2	7,4	5,9	9,1	12,1	22,4	29,7	33,4	26,8	17,1	8,9	4,6	5,9	7,6	22,0	13,9
14	1	2,0	2,0	1,1	2,0	0,5	0,3	0,0	0,6	0,6	0,2	3,8	3,4	1,8	1,0	1,4
	2	1,1	0,6	0,9	0,7	0,6	0,5	0,3	0,0	1,4	0,6	0,6	1,6	0,9	0,6	0,8
15	1	0,9	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1
	2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Всего	1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание. XII - холодное полугодие (ноябрь-апрель), ТП - теплое полугодие (май-октябрь).

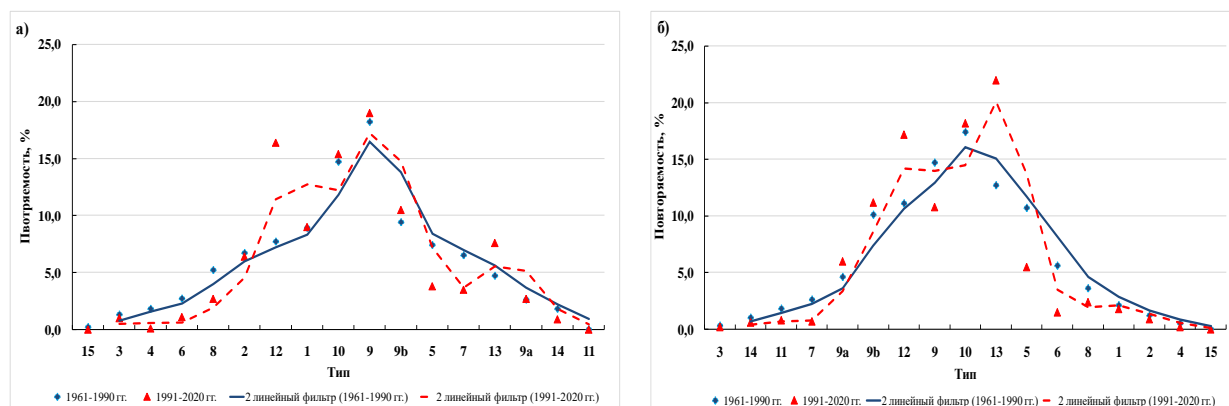


Рис. 2. Распределение вероятностей появления типов синоптических процессов Средней Азии в периоды 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.
a) холодное полугодие, б) тёплое полугодие

Fig. 2. Distribution of probabilities of occurrence of types of synoptic processes in Middle Asia in the periods of 1961-1990 and 1991-2020
a) cold season, b) warm season

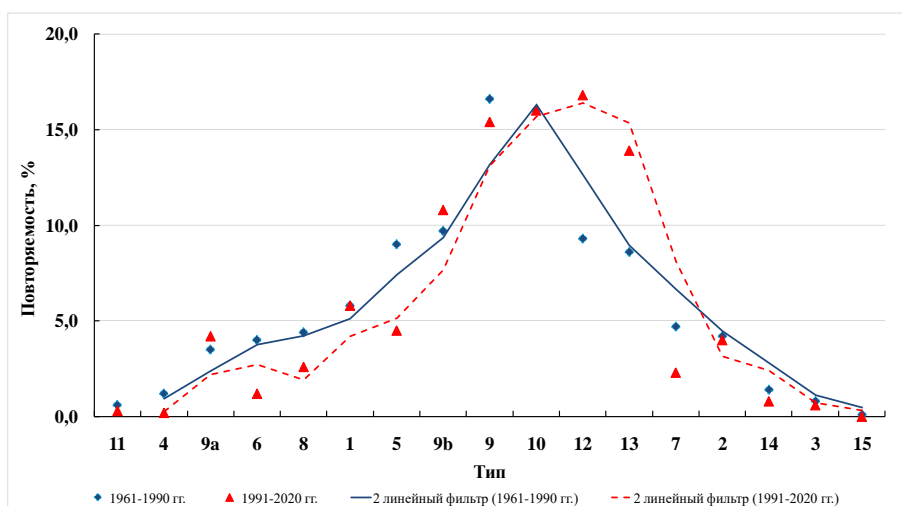


Рис. 3. Среднегодовое распределение вероятностей появления типов синоптических процессов Средней Азии в периоды 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.

Fig. 3. Average annual distribution of probabilities for the occurrence of types of synoptic processes in Middle Asia in the periods of 1961-1990 and 1991-2020

Выводы. Во временных пределах климатического периода 1991-2020 гг. повторяемость холодных вторжений с северо-запада и севера, приводящие к существенному понижению температуры воздуха в регионе, заметно уменьшилась во все сезоны года. Увеличилась повторяемость малоградиентных полей повышенного и пониженного давлений, которые обуславливают трансформацию приходящих воздушных масс в регион в местные воздушные массы. Независимые исследования, выполненные российскими и казахскими учеными, также указывают на то, что в текущем климатическом периоде стала преобладающей форма циркуляции W [Мещерская и др., 2013; Сальников и др., 2011]. Таким образом, в настоящее время над Среднеазиатским регионом происходит ослабление меридиональной формы циркуляции и усиление влияния западно-восточного переноса.

Таблица 5

Повторяемость типов синоптических процессов, соответствующих различным формам общей циркуляции атмосферы северного полушария, %

Table 5

Repeatability of types of synoptic processes corresponding to various forms of the general circulation of the atmosphere of the northern hemisphere, %

Сезон	Период, гг.	C_x	C_T	E	W
Весна	1961-1990	22,4	17,6	27,9	32,0
	1991-2020	11,0	12,7	25,8	50,6
Лето	1961-1990	23,6	0,6	21,4	54,1
	1991-2020	9,2	0,4	11,4	79,0
Осень	1961-1990	21,2	7,3	36,1	35,2
	1991-2020	4,4	12,2	32,2	51,2
Зима	1961-1990	21,6	19,9	32,9	25,6
	1991-2020	12,5	14,6	35,2	37,7
ХП	1961-1990	22,0	18,7	30,2	28,9
	1991-2020	12,5	14,3	32,3	40,9
ТП	1961-1990	22,5	4,1	29,4	44,0
	1991-2020	9,9	1,8	20,0	68,3
Год	1961-1990	22,2	12,0	29,8	35,9
	1991-2020	8,0	11,2	26,1	54,7

Примечание: C_x – меридиональная циркуляция по холодному типу (типы 5,6,7,8,15), C_T – меридиональная циркуляция по тёплому типу (типы 1,2,3,4), E – восточная форма циркуляции (типы 9,9а,9б), W – западная форма циркуляции (типы 10,11,12,13,14).

Вклад авторов. Б.М. Холматжанов: Анализ, проверка, проведение расчетов, руководство. **Э.И. Абдулахатов:** Сбор, обработка данных, систематизация материала, анализ, написание текста. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Войнова Т.А., Григорьева Т.С., Инагамова С.И. Статистические характеристики типов синоптических процессов в Средней Азии // Тр. Всесоюз. симпозиума по исследованию взаимодействия мезо- и макромасштабных процессов в атмосфере и применению статистических методов в метеорологии. – М.: Гидрометеоиздат, 1985. – С. 158-160.

Войнова Т.А., Инагамова С.И., Билялова Л.Р., Григорьева Т.С. Статистические характеристики типов синоптических процессов Средней Азии // Тр. САНИИ. – 1983. – Вып. 95(176). – С. 3-11.

Ильинова Э.С., Турсунов А.Ю., Эмм З.Г. Статистико-стохастическая характеристика синоптических положений над Средней Азией // Тр. САНИГМИ. – 1965. – Вып. 20 (35). – С. 201-243.

Инагамова С.И., Мухтаров Т.М., Мухтаров Ш.Т. Особенности синоптических процессов Средней Азии. Ташкент: САНИГМИ, 2002. – 486 с.

Иногамова С.И., Мухтаров Т.М. О колебаниях повторяемости и продолжительности типов региональной циркуляции Средней Азии // Труды НИГМИ. – 2007. – Вып. 9(254). – С. 115-135.

Иногамова С.И. Сезонные различия повторяемости и продолжительности синоптических процессов Средней Азии // Труды НИГМИ. – 2009а. – Вып. 14(259). – С. 109-156.

Иногамова С.И. Современные тенденции изменений повторяемости и суммарной продолжительности синоптических процессов Средней Азии, их влияние на метеорологические явления // Труды НИГМИ. – 2009б. – Вып. 14(259). – С. 25-83.

Календарь типов синоптических процессов над Средней Азией. Вып. 3. /Под ред. С.И. Иногамовой. -Ташкент: НИГМИ, 1993. – 56 с.

Календарь типов синоптических процессов над Средней Азией. Вып. 4. /Под ред. С.И. Иногамовой. -Ташкент: НИГМИ, 2013. – 82 с.

Ким И.С. Об изменениях повторяемости типов синоптических процессов Средней Азии // Метеорология и гидрология. – М.: 2001. – №3. – С. 45-56.

Мещерская А.В., Кононова Н.К. Иванов В.В., Голод М.П. Сравнение двух типизаций циркуляционных процессов // Труды ГГО. – 2013. – Вып. 568. – С. 137-155.

Молоснова Т.И., Илина Э.Л. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы и типов синоптических процессов // Тр. САНИГМИ. – 1991. – Вып. 141 (222). – С. 3-11.

Очерки развития гидрометеорологии в Республике Узбекистан /Под ред. В.Е. Чуба, С.И. Иногамовой. – Ташкент: НИГМИ, 2011. – 330 с.

Петров Ю.В., Холматжанов Б.М., Мавлонов Д.М. Влияние изменения общей циркуляции северного полушария на изменения повторяемости типов синоптических положений над Средней Азией // Ўзбекистон География жамяти ахборотномаси. – Тошкент, 2017. – 50-жилд. – Б. 188-193.

Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. II. Вып. 3. Средняя Азия / Под ред. С.И. Иногамовой, Т.А. Войновой, Э.С. Казарянц. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 322 с.

Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы, осадков и речного стока над территорией Казахстана. 2011. Доступно в <https://articlekz.com/article/8558>

Синоптические процессы Средней Азии / Бугаев В.А., Джорджио В.А., Козик Е.М., Петросянц М.А., Пшеничный А.Я., Романов Н.Н., Чернышева О.Н. / Под ред. Т.А. Сарымсакова, В.А. Бугаева, В.А. Джорджио, М.А. Петросянца, О.Н. Чернышевой. – Ташкент: АН Уз, 1957. – 477 с.

Субботина О.И., Чевычалова Т.М. Особенности многолетних изменений атмосферной циркуляции на территории Средней Азии // Тр. САНИГМИ. - 1991. – Вып. 141 (222). – С. 12-21.

Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Учебное пособие. – С-Пб.: РГГМУ, 2006. – 84 с.

Alexander M.A., Bhatt U.S., Walsh J.E., Timlin M.S., Miller J.S., Scott J.D. The atmospheric response to realistic Arctic sea ice anomalies in an AGCM during winter // Journal of climate, 2004. 17(5), 890–905.

Mamadjanova G., Wild S., Walz M.A., Leckebusch G.C. The role of synoptic processes in mudflow formation in the piedmont areas of Uzbekistan // Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2018.18:2893–2919.

Martynova Y., Krupchatnikov V.N. Peculiarities of the Dynamics of the general atmospheric circulation in conditions of the global climate change // Izvestiya Atmospheric and Oceanic Physics, 2015. 51(3):299-310.

Screen J.A., Bracegirdle T.J., Simmonds I. Polar Climate Change as Manifest in Atmospheric Circulation // Current Climate Change Reports, 2018. 4:383–395

Shepherd T.G. Atmospheric circulation as a source of uncertainty in climate change projections // Nat. Geosci., 2014;7:703–8.

Sidorenkov N.S., Orlov I.A. Atmospheric Circulation Epochs and Climate Changes // Russian Meteorology and Hydrology, 2008. 33(9):553-559.

Voigt A., Albern N., Ceppi P., Grise K., Li Y., Medeiros B. Clouds, radiation, and atmospheric circulation in the present-day climate and under climate change // WIREs Clim Change, 2021. 12:e694.

Yang Y., Zhou Y., Li K., Wang H., Ren L., Zeng L., Li H., Wang P., Li B., Liao H. Atmospheric Circulation Patterns Conducive to Severe Haze in Eastern China Have Shifted Under Climate Change // Geophysical Research Letters, 2021. 48, e2021GL095011.

Ye K., Jung T. How strong is influence of the tropics and midlatitudes on the Arctic atmospheric circulation and climate change? // Geophysical Research Letters, 2019. 46, 4942–4952.

Zhu L., Lü X., Wang J., Peng P., Kasper T., Daut G., Haberzett T., Frenzel P., Li Q., Yang R., Schwalb A., Mäusbacher R. Climate change on the Tibetan Plateau in response to shifting atmospheric circulation since the LGM // Scientific Reports, 2015. 5(1):13318

ЎРТА ОСИЁ СИНОПТИК ЖАРАЁНЛАРИ ТАКРОРЛАНУВЧАНЛИГИНИНГ ЎЗГАРИШИ

Б.М. ХОЛМАТЖАНОВ^{1,2}, Э.И. АБДУЛАХАТОВ²

¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, b.xolmatjanov@nuu.uz

² Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, erik_sen@mail.ru

Аннотация. Жорий иқлимий даврда Ўрта Осиё синоптик жараёнлари такрорланувчанлигининг базавий иқлимий даврдагига нисбатан ўзгаришлари тадқиқ этилган. Минтақада ҳаво ҳароратининг сезиларли пасайишига олиб келувчи совуқ ҳавонинг шимоли-шарқ ва шимолдан кириб келишларининг жорий иқлимий даврдаги такрорланувчанлиги йилнинг барча мавсумларида сезиларли камайганлиги аниқланди. Минтақага кириб келувчи ҳаво массаларининг маҳаллий ҳаво массаларига трансформациясини белгиловчи кичик градиентли юқори ва паст босимли майдонларнинг такрорланувчанлиги эса ортган.

Калит сўзлар: атмосфера циркуляцияси, синоптик жараён, такрорланувчанлик, иқлимий давр, Ўрта Осиё.

CHANGES OF MIDDLE ASIAN SYNOPTIC PROCESSES REPEATENESS

В.М. KHOLMATJANOV^{1,2}, Е.И. ABDULAKHATOV²

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

² Hydrometeorological Research Institute, erik_sen@mail.ru

Annotation. The change in the frequency of Middle Asian synoptic processes in the current climatic period in comparison with the basic climatic period has been studied. It is shown that in the current climatic period, the frequency of cold intrusions from the northwest and north, leading to a significant decrease in air temperature in the region, has noticeably decreased in all seasons of the year. The frequency of low-gradient fields of high and low pressures has increased, which cause the transformation of incoming air masses into the region into local air masses.

Keywords: atmospheric circulation, synoptic processes, frequency, climatic period, Middle Asia.

REFERENCES

Voynova T.A., Grigor'yeva T.S., Inagamova S.I. Statisticheskiye harakteristiki tipov sinopticheskikh protsessov v Sredney Azii [Statistical characteristics of the types of synoptic processes in Middle Asia] // Tr. Vsesoyuz. simpoziuma po issledovaniyu effektivov mezo- i makromasshtabnykh protsessov v atmosfere i primeneniye eksperimentalnykh metodov v meteorologii. – M.: Gidrometeoizdat, 1985. – S. 158-160. (in Russian)

Voynova T.A., Inagamova S.I., Bilyalova L.R., Grigor'yeva T.S. Statisticheskiye harakteristiki sinopticheskikh tipov protsessov Sredney Azii [Statistical characteristics of the types of synoptic processes in Middle Asia] // Tr. SANII. – 1983. – Vyp. 95 (176). – S. 3-11. (in Russian)

Ilinova E.S., Tursunov A.Yu., Emm Z.G. Statistiko-stokhasticheskaya harakteristika sinopticheskikh protsessov nad Sredney Aziyey [Statistical and stochastic characteristics of synoptic processes over Middle Asia] // Tr. SANIGMI. – 1965. – Vyp. 20 (35). – S. 201-243. (in Russian)

Inagamova S.I., Muhtarov T.M., Muhtarov Sh.T. Osobennosti sinopticheskikh protsessov Sredney Azii [Features of synoptic processes of Middle Asia]. Tashkent: SANIGMI, 2002. – 486 s. (in Russian)

Inogamova S.I., Muhtarov T.M. O kolebaniyah povtoryayemosti i prodolzhitelnosti tipov regionalnoy tsirkulyatsii Sredney Azii [On fluctuations in the frequency and duration of types of regional circulation in Middle Asia] // Trudy NIGMI. – 2007. – Vyp. 9(254). – S. 115-135. (in Russian)

Inogamova S.I. Sezonnnye razlichiya povtoryayemosti i prodolzhitelnosti sinopticheskikh protsessov Sredney Azii [Seasonal differences in frequency and duration of synoptic processes in Middle Asia] // Trudy NIGMI. – 2009a. – Vyp. 14(259). – S. 109-156. (in Russian)

Inogamova S.I. Sovremennnye nablyudeniya za izmeneniyami povtoryayemosti i summarnoy prodolzhitelnosti sinopticheskikh protsessov Sredney Azii na meteorologicheskoye yavleniya [Modern tendencies of changes in the frequency and total duration of synoptic processes in Middle Asia, their influence on meteorological phenomena] // Trudy NIGMI. – 2009b. – Vyp. 14(259). – S. 25-83. (in Russian)

Kalendar tipov sinopticheskikh protsessov nad Sredney Aziy [Calendar of types of synoptic processes over Middle Asia]. Vyp. 3. /Pod red. S.I. Inagamovoy. – Tashkent: NIGMI, 1993. – 56 s. (in Russian)

Kalendar tipov sinopticheskikh protsessov nad Sredney Aziy [Calendar of types of synoptic processes over Middle Asia]. Vyp. 4. /Pod red. S.I. Inagamovoy. – Tashkent: NIGMI, 2013. – 82 s. (in Russian)

Kim I.S. Ob izmeneniyah povtoryayemosti tipov sinopticheskikh protsessov Sredney Azii [On changes in the frequency of types of synoptic processes in Middle Asia] // Meteorologiya i gidrologiya. – M.: 2001. – №3. – S. 45-56. (in Russian)

Meshcherskaya A.V., Kononova N.K., Ivanov V.V., Golod M.P. Sravneniye dvukh tipizatsiy tsirkulyatsionnykh protsessov [Comparison of two typifications of circulation processes] // Trudy GGO. – 2013. – Vyp. 568. – S. 137-155. (in Russian)

Molosnova T.I., Ilinyak E.L. Klimaticheskoye kolebaniya obshey tsirkulyatsii atmosfery i tipov sinopticheskikh protsessov [Climatic fluctuations in the general circulation of the atmosphere and types of synoptic processes] // Tr. SANIGMI. – 1991. – Vyp. 141 (222). – S. 3-11. (in Russian)

Ocherki razvitiya gidrometeorologii v Respublike Uzbekistan [Essays on the development of hydrometeorology in the Republic of Uzbekistan] / Pod red. V.Ye. Chuba, S.I. Inagamovoy. – Tashkent: NIGMI, 2011. – 330 s. (in Russian)

Petrov Yu.V., Kholmatjanov B.M., Mavlonov D.M. Vliyaniye izmeneniya obshey tsirkulyatsii severnogo polushariya na izmeneniye povtoryayemosti tipov sinopticheskikh protsessov nad Sredney Aziyey [Influence of changes in the general circulation of the northern hemisphere on changes in the frequency of synoptic processes over Middle Asia] // Ozbekiston Geografiya jamiyati ahborotnomasi. – Toshkent, 2017. – 50-zhild. – B. 188-193. (in Russian)

Rukovodstvo po kratkosrochnym prognozam pogody [A guide to short range weather forecasts]. Ch. II. Vyp. 3. Srednyaya Aziya / Pod red. S.I. Inagamovoy, T.A. Voynovoy, E.S. Kazaryants. – L.: Gidrometeoizdat, 1986. – 322 s. (in Russian)

Salnikov V.G., Turulina G.K., Polyakova S.Ye., Moldakhmetov M.M., Makhmudova L.K. Klimaticheskoye usloviya obshey tsirkulyatsii atmosfery, temperaturi i rechnogo stoka nad territoriyey Kazakhstana [Climatic fluctuations in the general circulation of the atmosphere, precipitation and river runoff over the territory of Kazakhstan]. 2011. Dostupno v <https://articlekz.com/article/8558> (in Russian)

Sinopticheskoye protsessi Sredney Azii [Synoptic processes of Middle Asia] / Bugayev V.A., Dzhordzhio V.A., Kozik Ye.M., Petrosyants M.A., Pshenichnyy A.YA., Romanov N.N., Chernysheva O.N. / Pod red. T.A. Sarymsakova, V.A. Bugayeva, V.A. Dzhordzhio, M.A. Petrosyantsa, O.N. Chernyshevoy. – Tashkent: AN Uz, 1957. – 477 s. (in Russian)

Subbotina O.I., Chevychalova T.M. Osobennosti mnogoletnih izmeneniy atmosfernoy tsirkulyatsii na territorii Sredney Azii [Features of long-term changes in atmospheric circulation in the territory of Middle Asia] // Tr. SANIGMI. – 1991. – Vyp. 141 (222). – S. 12-21. (in Russian)

Ugryumov A.I. Dolgosrochniye meteorologicheskoye prognozi [Long-term meteorological forecasts]. Uchebnoye posobiye. – S-Pb.: RGGMU, 2006. – 84 s. (in Russian)

УДК: 551.584.5

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА БАЗОВОГО И ТЕКУЩЕГО КЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРИОДОВ ПО ДАННЫМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ БАСЕЙНА РЕКИ ЧИРЧИК И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Л.М. КАРАНДАЕВА^{1*}, С.В. КАРАНДАЕВ¹

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, karan.serg@rambler.ru

Аннотация. *Выполнен анализ температуры воздуха двух климатических периодов: базового (1961-1990 гг.) и текущего (1991-2020 гг.). Информационной основой расчетов послужили ряды данных за исторический период наблюдений о средней месячной температуре воздуха по данным метеостанций, расположенных в пределах бассейна реки Чирчик, а также по данным метеорологических станций, если они расположены вне, но вблизи территории бассейна. Выбрано 7 метеостанций с достаточно длинными для проведения исследований рядами наблюдений.*

Средняя годовая температура воздуха текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом возросла без исключения на всех метеостанциях. Наряду с ростом средней летней температуры воздуха наблюдается рост средней зимней температуры. В среднем по данным рассматриваемых метеостанций средняя летняя температура воздуха в текущем климатическом периоде по сравнению с базовым периодом повысилась на 0,5°, а зимняя на 1,5°.

Ключевые слова: *бассейн реки Чирчик, температура воздуха, климатический период, холодный период (октябрь-апрель), теплый период (май-сентябрь).*

Введение. Значительная часть территории Узбекистана является аридной зоной. Кроме того, Узбекистан относится к категории стран наиболее уязвимых к изменению климата. Таким образом, последствия изменения климата для Узбекистана имеют актуальное значение. Ученые НИГМИ занимались и продолжают заниматься изучением изменения климата. В 1996 году выходит из печати очерк «Климат Узбекистана» [Леухина и др., 1996]. На узбекском и русском языках публикуется «Краткий очерк климата Узбекистана» [Глазырин и др., 1999]. Выходит в свет книга «Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан» [Чуб, 2000], монография «Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан» [Чуб, 2007], а затем «Климатическое описание Ташкентского вилоята» [Смирнова, Чанышева, 2007], «Динамика климатических сезонов в Ташкенте» [Царев, 2010] и многие другие научные работы.

Климатические условия на Земле особенно заметно изменились за последние десятилетия. Потепление климата сопровождается усилением опасных метеорологических явлений, которые приносят экономический ущерб населению, а нередко и человеческие жертвы: ливневые осадки, ураганы и т.д. В условиях глобального изменения климата особый интерес представляет изучение изменения температуры воздуха и атмосферных осадков. Указанные климатические характеристики могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на окружающую среду и на деятельность человека в частности. Тем самым определяется важность и актуальность исследования временных рядов приземной температуры воздуха и атмосферных осадков.

Выявить закономерности и особенности можно сопоставлением данных многолетних рядов наблюдений. В настоящей работе выполнены исследования по

* Ответственный автор: karan.serg@rambler.ru, тел.: 71 235-80-01; 91 136-05-12

выявлению тенденции в динамике приземной температуры воздуха для территории бассейна реки Чирчик.

Объектом исследования данной работы выбрана территория бассейна реки Чирчик.

Предмет исследования – средняя месячная температура воздуха по данным метеостанций, расположенных непосредственно в бассейне реки Чирчик и на близлежащих территориях.

Цель и задачи исследования. Температура воздуха является одним из главных факторов, влияющих на изменение климата. В связи с этим **целью исследования** данной работы является выявление тенденций изменения во времени температуры воздуха по данным метеостанций, расположенных непосредственно в бассейне реки Чирчик и на близлежащих территориях. Для достижения цели исследования поставлены следующие **задачи**:

- сформировать архив многолетних данных средней месячной температуры воздуха;
- выполнить статистический анализ и анализ линейных трендов временных рядов температуры воздуха;
- выявить тенденции изменения во времени температуры воздуха.

Исходные данные и методы исследования. В качестве исходной информации для проведения исследований послужили ряды данных средней месячной температуры воздуха за исторический период наблюдений по данным метеорологических станций, расположенных в пределах бассейна реки Чирчик, а также по данным метеорологических станций, если они расположены вне, но вблизи территории бассейна. Для проведения исследований, как показано в таблице 1, выбраны 7 метеорологических станций с достаточно длинными рядами наблюдений [Список ..., 1978].

Методы исследования. В процессе исследования использовались математические и статистические методы, а также пакет программного обеспечения на ПК MS EXCEL.

Основные результаты их обсуждение. По определению ВМО период 1961-1990 гг. является базовым климатическим периодом, соответственно период 1991-2020 гг. – текущий климатический период.

Таблица 1

Сведения о метеостанциях бассейна реки Чирчик

Table 1

Information about meteorological stations in the Chirchik river basin

№	Метеостанция	Высота, м	Широта	Долгота	Годы наблюдения
1	Дукант	2001	41°09'	70°04'	1959-2019
2	Каунчи (Янгиюль)	341	41°05'	69°00'	1957-2019
3	Ойгаинг	2161	42°10'	70°53'	1963-2019
4	Пскем	1258	41°54'	70°22'	1937-2019
5	Сукок	1351	41°10'	69°40'	1959-2019
6	Ташкент	477	41°20'	69°18'	1935-2019
7	Туябугуз	404	40°56'	69°24'	1966-2019

Анализ температуры воздуха двух климатических периодов: базового и текущего по данным метеорологических станций бассейна реки Чирчик.

Статистические показатели температуры воздуха двух климатических периодов: базового и текущего вычислены по данным 7 рассматриваемых метеостанций. Ниже, как

пример (см. табл. 2, табл. 3, рис. 1, рис. 2), приведены результаты расчетов по данным двух метеостанций: Ташкент и Ойгаинг. Метеостанция Ташкент расположена на высоте ниже 1 км н.у.м., а метеостанция Ойгаинг – на высоте выше 1 км н.у.м.

Таблица 2

Статистические характеристики температуры воздуха базового и текущего климатического периодов по данным метеостанции Ташкент

Table 2

Statistical characteristics of the air temperature of the base and current climatic periods according to the Tashkent meteorological station

Месяцы	Минимальная		Средняя		Максимальная	
	базовый	текущий	базовый	текущий	базовый	текущий
Январь	-7,2	-6,4	0,7	2,3	5,7	6,3
Февраль	-7,3	-2,5	2,4	4,1	8,2	8,7
Март	2,3	6,6	8,3	10,1	12,4	15,2
Апрель	12,8	12,7	15,4	15,9	17,8	19,4
Май	17,2	16,8	20,4	21,1	23,4	24,9
Июнь	24,2	24,1	25,6	26,2	28,1	28,2
Июль	25,2	26,2	27,6	28,2	29,5	31,4
Август	23,5	24,1	25,5	26,6	27,6	28,3
Сентябрь	18,1	17,5	20,1	21,1	21,9	24,1
Октябрь	9,4	11,7	13,3	14,4	16,2	17,2
Ноябрь	2,7	4,5	7,8	8,2	11,7	11,8
Декабрь	-6,8	-0,9	3,1	3,5	7,5	6,8
Год	12,1	13,4	14,2	15,1	15,6	16,5
Лето	24,4	25,1	26,2	27,0	27,5	28,3
Зима	-4,5	-1,5	2,0	3,2	5,9	6,8

Таблица 3

Статистические характеристики температуры воздуха базового и текущего климатического периодов по данным метеостанции Ойгаинг

Table 3

Statistical characteristics of the air temperature of the base and current climatic periods according to the Oygaing meteorological station

Месяцы	Минимальная		Средняя		Максимальная	
	базовый	текущий	базовый	текущий	базовый	текущий
Январь	-14,1	-14,6	-10,6	-9,5	-7,8	-6,5
Февраль	-14,6	-13,1	-9,7	-8,4	-5,6	-5,0
Март	-7,5	-7,9	-4,9	-3,5	-2,5	1,0
Апрель	-1,4	-2,0	1,7	2,0	5,8	4,8
Май	4,3	4,3	7,6	8,3	9,9	10,9
Июнь	10,0	10,7	11,9	12,4	14,0	14,7
Июль	11,9	12,9	15,0	15,2	18,2	18,2
Август	12,7	12,7	15,2	15,3	19,7	17,3
Сентябрь	8,3	8,4	10,1	10,8	12,9	13,0
Октябрь	0,3	0,0	3,3	3,8	7,4	7,0
Ноябрь	-7,3	-6,0	-3,9	-2,7	0,1	0,4
Декабрь	-14,8	-10,7	-7,9	-7,7	-4,3	-5,2
Год	0,9	1,7	2,3	3,0	3,4	4,0
Лето	11,5	12,9	14,0	14,3	17,0	15,9
Зима	-12,6	-11,7	-9,5	-8,5	-7,0	-6,7

К наиболее значимым климатическим температурным характеристикам относится средняя летняя температура воздуха (июнь-август). Максимальная средняя летняя температура воздуха базового климатического периода по данным 6 метеостанций: Туябугуз, Сукок, Ойгаинг, Пскем, Ташкент, Дукант наблюдалась в 1984 году, и только по данным станции Каунчи (Янгиюль) – в 1990 году. Максимальная средняя летняя температура воздуха текущего климатического периода по данным всех 7 рассматриваемых станций наблюдалась в 2008 году.

Минимальная средняя летняя температура воздуха базового климатического периода по данным всех 7 станций наблюдалась в 1972 году, а текущего климатического периода – в 1992 году.

Анализ внутригодового распределения норм средних месячных температур воздуха базового и текущего климатических периодов показал, что наибольшие значения норм температуры приходятся на июль для 6 из 7 метеорологических станций и только для Ойгаинга – на август (см. рис. 1, рис. 2).

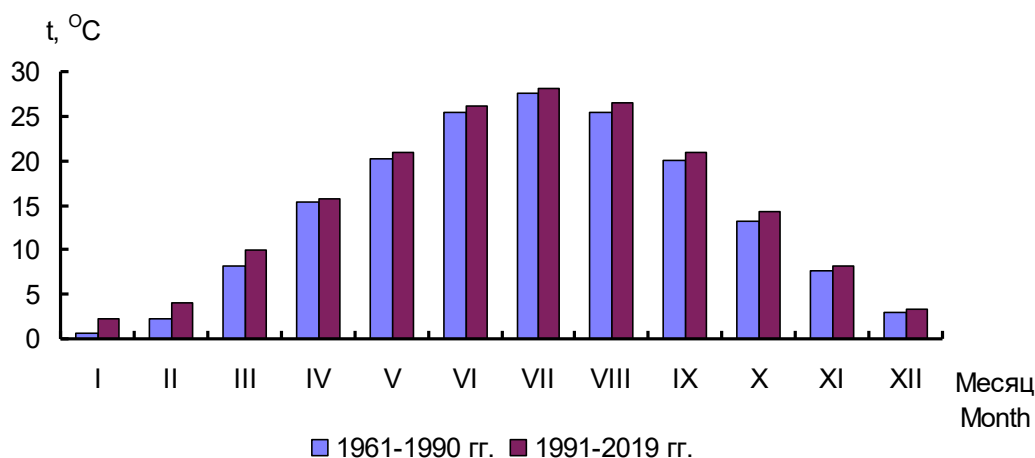


Рис. 1. Внутригодовое распределение средних месячных температур воздуха базового и текущего климатических периодов по данным метеостанции Ташкент

Fig. 1. Intra-annual distribution of average monthly air temperatures of the base and current climatic periods according to the Tashkent meteorological station

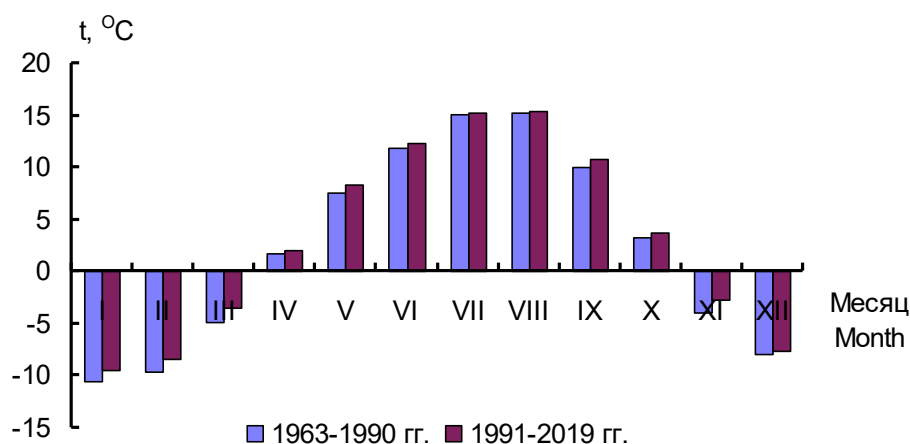


Рис. 2. Внутригодовое распределение средних месячных температур воздуха базового и текущего климатических периодов по данным метеостанции Ойгаинг

Fig. 2. Intra-annual distribution of average monthly air temperatures of the base and current climatic periods according to the Oygaing meteorological station

Средние многолетние температуры воздуха за сезоны: зима, весна, лето, осень и год базового и текущего климатических периодов по данным метеорологических станций бассейна реки Чирчик и сопредельных территорий представлены в таблице 4.

Таблица 4

Средние температуры воздуха за сезоны: зима, весна, лето, осень и год

Table 4

Average air temperatures for the seasons: winter, spring, summer, autumn and year

№	Станция	Период	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
1	Дукант	1961-1990	7,7	-2,4	6,6	18,3	8,3
		1991-2019	8,4	-1,8	7,5	19,0	9,1
		Разность	0,7	0,6	0,9	0,7	0,8
2	Каунчи (Янгиюль)	1961-1990	13,5	0,4	14,8	25,8	12,8
		1991-2019	14,6	1,9	15,7	27,0	13,9
		Разность	1,1	1,5	0,9	1,2	1,1
3	Ойганг	1963-1990	2,3	-9,5	1,5	14,0	3,2
		1991-2019	3,0	-8,5	2,3	14,3	4,0
		Разность	0,7	1,0	0,8	0,3	0,8
4	Пскем	1961-1990	9,5	-2,0	9,1	21,1	10,0
		1991-2019	9,8	-1,6	9,6	20,9	10,5
		Разность	0,3	0,4	0,5	-0,2	0,5
5	Сукок	1968-1990	11,2	0,3	10,5	22,3	11,8
		1991-2019	11,6	1,1	11,2	22,2	11,9
		Разность	0,4	0,8	0,7	-0,1	0,1
6	Ташкент	1961-1990	14,2	2,0	14,7	26,2	13,7
		1991-2019	15,1	3,2	15,7	27,0	14,6
		Разность	0,9	1,2	1,0	0,8	0,9
7	Туябугуз	1966-1990	14,2	0,9	15,1	26,3	14,2
		1991-2019	15,1	2,7	16,0	27,0	14,8
		Разность	0,9	1,8	0,9	0,7	0,6

Средняя годовая температура воздуха текущего климатического периода по сравнению со средней годовой температурой воздуха базового климатического периода возросла без исключения по данным всех метеостанций, представленных в таблице 6. Возросли также средняя зимняя, средняя весенняя, средняя осенняя температуры воздуха текущего климатического периода. Из вышеприведенных данных следует, что средняя зимняя температура воздуха текущего климатического периода по сравнению с базовым возросла по данным метеостанций: Дукант на $0,6^{\circ}$, Каунчи на $1,5^{\circ}$, Ойгаинг на $1,0^{\circ}$, Пскем на $0,4^{\circ}$, Сукок на $0,8^{\circ}$, Ташкент на $1,2^{\circ}$ и Туябугуз на $1,8^{\circ}$. Как видно из таблицы средняя летняя температура воздуха текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом по данным метеостанций Дукант, Каунчи, Ойгаинг, Ташкент, Туябугуз возросла соответственно на $0,7^{\circ}$, $1,2^{\circ}$, $0,3^{\circ}$, $0,8^{\circ}$, $0,7^{\circ}$. При этом на метеостанциях Пскем и Сукок понизилась на $0,2^{\circ}$ и $0,1^{\circ}$ соответственно.

На рисунке 3 представлен график разностей средней месячной и годовой температуры воздуха за 1991-2019 гг. относительно климатической нормы.

Как видно из графика по сравнению с базовым климатическим периодом в режиме температуры воздуха произошли следующие изменения:

– температура воздуха зимних месяцев выросла на 6 из 7 метеостанций. По данным метеостанции Сукок в декабре температура понизилась на $0,1^{\circ}$;

– температура воздуха весенних месяцев повысилась;
 – температура летних месяцев понизилась на метеостанциях: Сукок в июле на $0,1^{\circ}$, в августе на $0,3^{\circ}$; Пскем в июле на $0,4^{\circ}$.
 – осенью наблюдается понижение температуры в ноябре на метеостанции Сукок на $0,3^{\circ}$.

Однако, в среднем по данным рассматриваемых метеостанций средняя летняя температура воздуха в текущем климатическом периоде по сравнению с базовым повысилась на $0,5^{\circ}$, а зимняя – на $1,5^{\circ}$.

О том, что зимняя температура растет и растет быстрее летней температуры в своих работах отмечает Б.К. Царев [Артемьева, Царёв, 2003; Царёв, 2011; Царёв, 2010]. В работах [Артемьева, Царёв, 2003; Царёв, 2011] показано, что зимние температуры растут в 3 раза быстрее, чем летние.

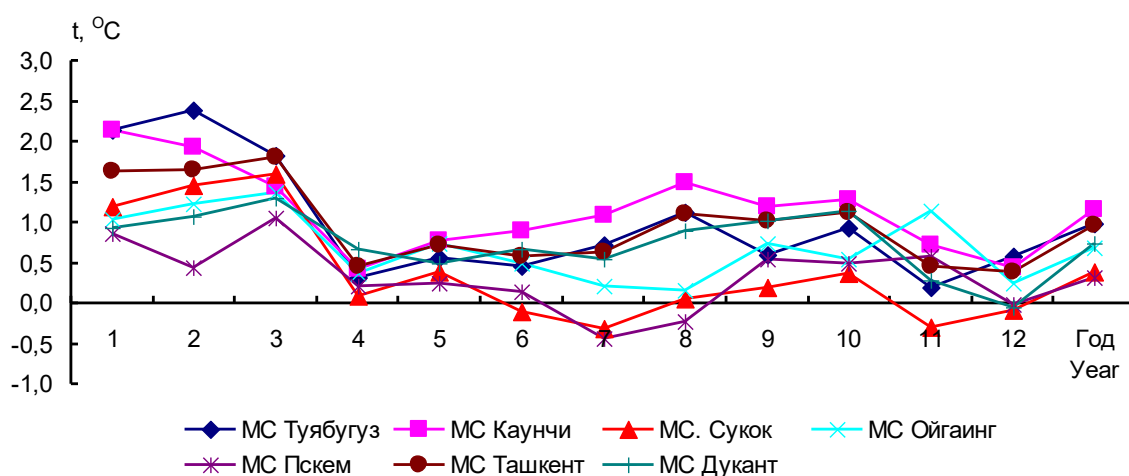


Рис. 3. Разность температуры воздуха за 1991-2019 гг. относительно климатической нормы

Fig. 3. Difference in air temperature for 1991-2019 relative to the climatic norm

В таблице 4 приведены экстремальные значения температуры воздуха за зимние и летние месяцы. Из данных таблицы 4 видно, что минимум температуры текущего климатического периода по сравнению с базовым в основном вырос и только в январе по данным метеостанций Ойгаинг, Пскем и Сукок уменьшился на $0,5^{\circ}$, $0,5^{\circ}$ и $1,1^{\circ}$ соответственно. Максимум температуры уменьшился в декабре на 6 метеостанциях: Дукант, Каунчи (Янгиюль), Ойгаинг, Пскем, Сукок, Ташкент; в январе на метеостанции Дукант и в феврале на метеостанции Пскем.

Согласно данным таблицы 4, в летние месяцы минимум температуры воздуха текущего климатического периода по сравнению с базовым в основном вырос. Однако по данным МС Пскем уменьшился в июле и августе на $0,2^{\circ}$ и $0,1^{\circ}$ соответственно, а по данным МС Ташкент на $-0,1^{\circ}$ в июне. Максимум температуры уменьшился на метеостанциях: Ойгаинг в августе ($2,1^{\circ}$), Пскем в июле и августе ($0,1^{\circ}$ и $1,8^{\circ}$), Сукок в июне ($0,1^{\circ}$).

По данным таблицы 5 следует, что в среднем минимум зимних температур текущего климатического периода по сравнению с базовым вырос на $3,1^{\circ}$, а летних температур на $0,6^{\circ}$. Максимум же зимних температур вырос на $0,3^{\circ}$, а летних на $0,6^{\circ}$.

Анализ изменения температуры воздуха выполнен на основе рассчитанных линейных трендов в рядах наблюдений. Для получения оценок современного изменения климата расчеты трендов выполнены также для базового и текущего климатических

периодов. Ниже в качестве примера представлены графики межгодового хода средней годовой температуры воздуха по данным метеостанции Ойгаинг (рис. 4, рис. 5), а в таблице 6 представлены линейные тренды температур воздуха всех рассматриваемых в данной работе станций.

Таблица 5

Экстремальные значения температур воздуха зимних летних месяцев

Table 5

Extreme values of air temperatures in winter and summer months

№	Станция	Температура	Период	Декабрь	Январь	Февраль	Июнь	Июль	Август
1	Дукант	Минимальная	1961-1990	-7,6	-8,3	-9,4	14,6	16,3	16,3
			1991-2019	-4,2	-6,1	-6,4	15,1	17,5	16,9
		Изменение минимума		3,4	2,2	3,0	0,5	1,2	0,6
		Максимальная	1961-1990	2,8	1,7	1,8	19,6	21,7	21,8
			1991-2019	2,7	0,8	2,3	21,0	22,5	21,8
Изменение максимума		-0,1	-0,9	0,5	1,4	0,8	0		
2	Каунчи (Янгиюль)	Минимальная	1961-1990	-9,6	-9,5	-10,3	24,2	24,7	22,7
			1991-2019	-3,0	-8,6	-4,3	24,8	26,8	23,9
		Изменение минимума		6,6	0,9	6,0	0,6	2,1	1,2
		Максимальная	1961-1990	6,2	3,6	7,2	28,2	28,6	26,4
			1991-2019	4,7	4,4	7,5	28,3	30,4	27,5
Изменение максимума		-1,5	0,8	0,3	0,1	1,8	1,1		
3	Ойгаинг	Минимальная	1963-1990	-14,8	-14,1	-14,6	10,0	11,9	12,7
			1991-2019	-10,7	-14,6	-13,1	10,7	12,9	12,7
		Изменение минимума		4,1	-0,5	1,5	0,7	1,0	0
		Максимальная	1963-1990	-4,3	-7,8	-5,6	14,0	18,2	19,7
			1991-2019	-5,2	-6,5	-5,0	14,7	18,2	17,3
Изменение максимума		-0,9	1,3	0,6	0,7	0	-2,1		
4	Пскем	Минимальная	1961-1990	-8,0	-8,7	-8,5	16,6	19,2	19,4
			1991-2019	-4,1	-9,2	-6,6	16,9	19,0	19,3
		Изменение минимума		3,9	-0,5	1,9	0,3	-0,2	-0,1
		Максимальная	1961-1990	4,3	0,2	3,4	21,5	25,0	25,2
			1991-2019	2,2	0,2	1,8	21,5	24,9	23,4
Изменение максимума		-2,1	0,0	-1,6	0	-0,1	-1,8		
5	Сукок	Минимальная	1968-1990	-6,1	-6,0	-7,1	19,2	20,6	19,9
			1991-2019	-2,2	-7,1	-4,3	19,2	21,2	20,0
		Изменение минимума		3,9	-1,1	2,8	0	0,6	0,1
		Максимальная	1968-1990	6,4	3,1	3,8	23,5	25,6	25,2
			1991-2019	5,5	3,7	5,6	23,4	25,7	24,3
Изменение максимума		-0,9	0,6	1,8	-0,1	0,1	-0,9		
6	Ташкент	Минимальная	1961-1990	-6,8	-7,2	-7,3	24,2	25,2	23,5
			1991-2019	-0,9	-6,4	-2,5	24,1	26,2	24,1
		Изменение минимума		5,9	0,8	4,8	-0,1	1,0	0,6
		Максимальная	1961-1990	7,5	5,7	8,2	28,1	29,5	27,6
			1991-2019	6,8	6,3	8,7	28,2	31,4	28,3
Изменение максимума		-0,7	0,6	0,5	0,1	1,9	0,7		
7	Туябугуз	Минимальная	1966-1990	-8,7	4,7	-9,2	24,9	25,4	23,5
			1991-2019	-0,8	5,3	-3,0	24,8	26,8	24,4
		Изменение минимума		7,9	0,6	6,2	0,1	1,4	0,9
		Максимальная	1966-1990	6,8	4,7	7,0	28,0	29,1	27,0
			1991-2019	7,9	5,3	8,2	28,1	30,2	27,8
Изменение максимума		1,1	0,6	1,2	0,1	1,1	0,8		

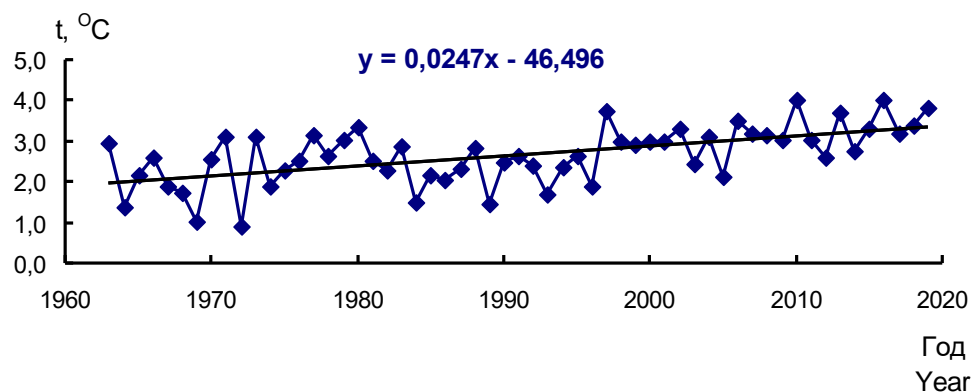


Рис. 4. Межгодовой ход средних годовых температур воздуха по данным метеостанции Ойгаинг

Fig. 4. Interannual variation of average annual air temperatures according to data from the Oygaing meteorological station

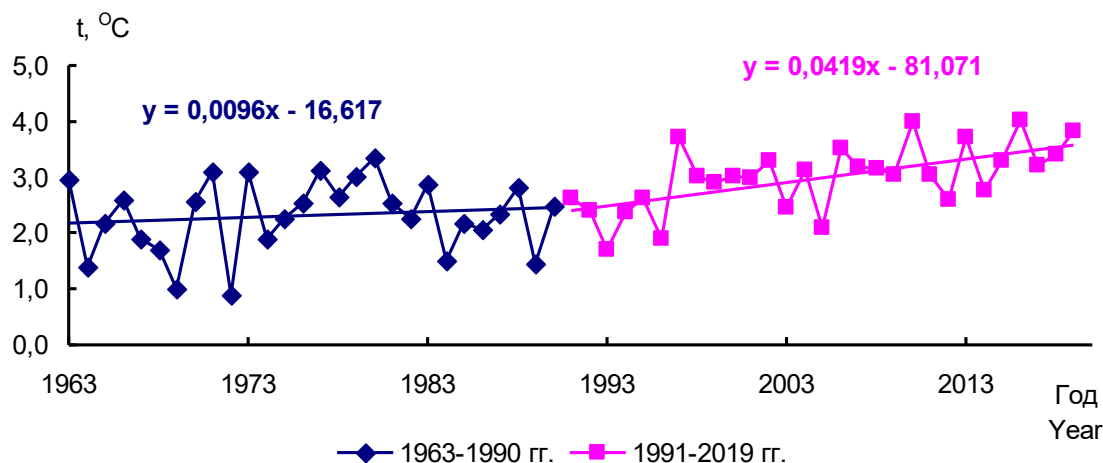


Рис. 5. Межгодовой ход средних годовых температур воздуха двух климатических периодов: базового и текущего по данным метеостанции Ойгаинг

Fig. 5. Interannual variation of average annual air temperatures of two climatic periods: baseline and current, according to data from the Oygaing meteorological station

Полученные значения линейных трендов температуры воздуха показали, что в текущем климатическом периоде: наблюдается тенденция роста средней годовой, средней весенней и средней летней температур воздуха на всех без исключения рассматриваемых метеостанциях; растет и средняя зимняя температура, однако исключение составляет метеостанция Пскем; растет средняя осенняя температура только на трех из семи рассматриваемых метеостанциях: Каунчи (Янгиюль), Ташкент, Туябугуз.

Выводы. Данная работа посвящена выявлению тенденций изменения во времени температуры воздуха по данным метеорологических станций бассейна реки Чирчик и сопредельных территорий.

Согласно полученным результатам исследований в текущем климатическом периоде наблюдается рост средней годовой, средней летней и средней зимней температур воздуха. В среднем по данным 7 рассматриваемых метеостанций средняя летняя

температура воздуха в текущем климатическом периоде по сравнению с базовым повысилась на 0,5°, а зимняя на 1,5°.

Таблица 6

Линейные тренды температуры воздуха (°С/год)

Table 6

Linear trends in air temperature (° C / year)

№	Станция	Период	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
1	Дукант	1959-2019	0,0242	0,0136	0,0315	0,0269	0,0238
		1961-1990	0,0085	-0,0068	-0,0237	0,0266	0,0382
		1991-2019	0,0374	0,0257	0,0903	0,0393	-0,0068
2	Каунчи (Янгиюль)	1957-2019	0,0383	0,0358	0,0378	0,0389	0,0350
		1961-1990	0,0222	0,0350	-0,0074	0,0325	0,0330
		1991-2019	0,0410	0,0165	0,0845	0,0511	0,0077
3	Ойганг	1963-2019	0,0247	0,0317	0,0332	0,0154	0,0220
		1963-1990	0,0096	0,0364	-0,0274	0,0225	0,0219
		1991-2019	0,0419	0,0219	0,1129	0,0402	-0,0133
4	Пскем	1937-2019	0,0112	0,0113	0,0173	0,0003	0,0146
		1961-1990	0,0081	0,0144	-0,0243	0,0089	0,0335
		1991-2019	0,0268	-0,0032	0,0839	0,0450	-0,0194
5	Сукок	1968-2019	0,0175	0,0340	0,0336	0,0058	-0,0014
		1968-1990	0,0204	0,1114	-0,0258	0,0347	-0,0062
		1991-2019	0,0285	0,0040	0,0925	0,0367	-0,0199
6	Ташкент	1887-2019	0,0177	0,0216	0,0161	0,0159	0,0162
		1961-1990	0,0201	0,0324	-0,0176	0,0394	0,0319
		1991-2019	0,0557	0,0291	0,1021	0,0697	0,0162
7	Туябугуз	1966-2019	0,0369	0,0668	0,0401	0,0310	0,0176
		1966-1990	0,0321	0,1323	0,0072	0,0335	0,0078
		1991-2019	0,0418	0,0230	0,0942	0,0417	0,0057

Авторский вклад: Л.М. Карандаева: Руководство, методология, анализ, написание текста. С.В. Карандаев: Сбор данных, обработка, анализ, работа с текстом, оформление. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Артемяева С.С., Царёв Б.К. Климатические изменения зимнего периода в горах Западного Тянь-Шаня / Материалы международного симпозиума «Геологический риск: оценка и уменьшение». ГЕОРИСК.16-19 сентября 2003 г. Ташкент: ГИДРОИНГЕО. 2003. – С. 138-142.

Глазырин Г.Е., Чанышева С.Г., Чуб В.Е. Краткий очерк климата Узбекистана. – Ташкент: Chinor ENK, 1999. – 30 с.

Карандаева Л.М., Карандаев С.В. Статистический и сравнительный анализ температуры воздуха и атмосферных осадков за разные климатические периоды по данным метеорологических станций бассейна реки Зеравшан и сопредельных территорий. Научный журнал «Известия географического общества Узбекистана», Том 57, 2020. – С. 208-218.

Леухина Г.Н., Ляпина О.А., Веремеева Т.Л. Климат Узбекистана. – Ташкент: САНИГМИ, 1996. – 71 с.

Смирнова Е.Н., Чанышева С.Г. Климатическое описание Ташкентского вилоята. – Ташкент: НИГМИ, 2005. – 158 с.

Список синоптических станций. – Л.: Гидрометеиздат. 1978. – 116 с.

Царёв Б.К. Гляциологические исследования. Раздел 8.1 «Исследования снежного покрова». В кн.: Очерки развития гидрометеорологии в Средней Азии. 2011. – С. 246-254.

Царёв Б.К. Динамика климатических сезонов в Ташкенте. НИГМИ. – Ташкент. 2010. – 100 с.

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

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

ЧИРЧИҚ ДАРЁСИ ҲАВЗАСИ ВА УНГА ТУТАШ ҲУДУДЛАРДАГИ МЕТЕОРОЛОГИК СТАНЦИЯЛАР МАЪЛУМОТЛАРИ БЎЙИЧА БАЗАВИЙ ВА ЖОРИЙ ИҚЛИМИЙ ДАВРДАГИ ҲАВО ҲАРОРАТИНИНГ ТАҲЛИЛИ

Л.М. КАРАНДАЕВА¹, С.В. КАРАНДАЕВ¹

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, karan.serg@rambler.ru

Аннотация. Мақолада базавий (1961-1990 йй.) ва жорий (1991-2020 йй.) иқлимий даврлар учун ҳаво ҳарорати таҳлили бажарилган. Чирчиқ дарёси ҳавзасида жойлашган метеостанцияларда тарихий даврда кузатилган ўртача ойлик ҳаво ҳарорати ҳамда ҳавза ҳудудидан ташқарида, лекин унга яқин ҳудудларда жойлашган метеостанциялар маълумотлари тадқиқотнинг ахборот манбаи бўлиб хизмат қилган. Тадқиқотни бажариши учун етарлича узоқ вақт кузатуви олиб борилган 7 та метеостанция танлаб олинган.

Жорий даврдаги ҳавонинг ўртача йиллик ҳарорати базавий даврга нисбатан барча метостанцияларда ошган. Ёзда ҳаво ўртача ҳарорати ошиши билан бир қаторда қишда ҳам ҳавонинг ўртача ҳарорати кўтарилган. Тадқиқот олиб борилган метостанцияларда жорий иқлимий даврда ёзда ҳавонинг ўртача ҳарорати базавий иқлимий даврга нисбатан 0,5° га, қишда эса 1,5° га ошган.

Калит сўзлар: Чирчиқ дарёси ҳавзаси, ҳаво ҳарорати, иқлимий давр, совуқ давр (октябрь-апрель), илқ давр (май-сентябрь).

ANALYSIS OF AIR TEMPERATURE OF BASIC AND CURRENT CLIMATE PERIODS ACCORDING TO METEOROLOGICAL STATIONS CHIRCHIK RIVER BASIN AND ADJACENT TERRITORIES

L.M. KARANDAEVA¹, S.V. KARANDAEV¹

¹ Hydrometeorological Research Institute, karan.serg@rambler.ru

Abstract. Analysis of the air temperature of two climatic periods was performed: basic (1961-1990) and current (1991-2020). The information basis of the calculations was the ranks of data for the historical period of observations about the average monthly air temperature according to the weather stations located within the Chirchik river basin, as well as according to meteorological stations, if they are located outside, but near the basin. 7 weather stations were selected with a long series of observations for research.

The average annual air temperature of the current climatic period compared to the base period increased without exception at all weather stations. Along with the growth of the average summer air temperature, an increase in medium winter temperature is observed. On average, according to the data under consideration, the average summer air temperature in the current climatic period increased by 0.5° compared to the base period, and the winter one is 1.5°.

Keywords: Chirchik river basin, air temperature, climatic period, cold period (October-April), warm period (May-September).

REFERENCES

Artemeva S.S., Tsaryov B.K. Klimaticheskie izmeneniya zimnego perioda v gorax Zapadnogo Tyan-Shanya [Climatic changes in the winter period in the mountains of the Western Tien Shan] / Materiali mejdunarodnogo simpoziuma «Geologicheskij risk: otsenka i umenshenie». GEORISK. 16-19 sentyabrya 2003 g. Tashkent: GIDROINGEO. 2003. – S. 138-142. (in Russian)

Glazirin G.E., Chanisheve S.G., Chub V.E. Kratkiy ocherk klimata Uzbekistana [A brief essay on the climate of Uzbekistan]. – Tashkent: Chinor ENK, 1999. – 30 s. (in Russian)

Karandaeva L.M., Karandaev S.V. Statisticheskij i sravnitelnyj analiz temperaturi vozduxa i atmosfernix osadkov za raznie klimaticheskie periodi po dannim meteorologicheskix stantsiy basseyna reki Zeravchan i sopredelnix territoriy. [Statistical and comparative analysis of air temperature and atmospheric precipitation for different climatic periods according to the data of meteorological stations in the Zeravshan river basin and adjacent territories]. Nauchnij jurnal «Izvestiya geograficheskogo obshchestva Uzbekistana», Tom 57, 2020. – S. 208-218. (in Russian)

Leuxina G.N., Lyapina O.A., Veremeeva T.L. Klimat Uzbekistana [Climate of Uzbekistan] – Tashkent: SANIGMI, 1996. – 71 s. (in Russian)

Smirnova E.N., Chanisheve S.G. Klimaticheskoe opisanie Tashkentskogo viloyata. [Climate description of Tashkent Viloyat] – Tashkent: NIGMI, 2005. – 158 s. (in Russian)

Spisok sinopticheskix stantsiy [List of synoptic stations]. – L.: Gidrometeoizdat. 1978. – 116 s. (in Russian)

Tsaryov B.K. Glyatsiologicheskie issledovaniya. Razdel 8.1 «Issledovaniya snejnogo pokrova» [«Snow Cover Research»]. V kn.: Ocherki razvitiya gidrometeorologii v Sredney Azii. 2011. – S. 246-254. (in Russian)

Tsaryov B.K. Dinamika klimaticheskix sezonov v Tashkente [Dynamics of climatic seasons in Tashkent]. NIGMI. – Tashkent. 2010. – 100 s. (in Russian)

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

Chub V.E. Izmenenie klimata i ego vliyanie na gidrometeorologicheskie prosessi, agroklimaticheskie i vodnie resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its influence on hydrometeorological processes, agroclimatic and water resources of the Republic of Uzbekistan.] Tashkent: NIGMI, 2007. – 132 s. (in Russian)

ГИДРОЛОГИЯ / HYDROLOGY

УДК: 551.579:556(575.1)

**НОРИН ДАРЁСИ ВЕГЕТАЦИЯ ВА НОВЕГЕТАЦИЯ МАВСУМЛАРИ
ОҚИМИНИНГ ТЎХТАҒУЛ СУВ ОМБОРИ ТАЪСИРИДАГИ ЎЗГАРИШЛАРИ****Ф. ҲИКМАТОВ^{1*}, Б.Р. РАПИҚОВ¹**

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

Аннотация. Мақола Норин дарёси вегетация ва новегиетация мавсумлари оқимининг Тўхтағул сув омбори таъсиридаги ўзгаришларини миқдорий баҳолаш масалаларига бағишланган. Шу мақсадда Норин дарёсининг Тўхтағул сув омборидан қўйида жойлашган Учқўрғон гидрологик постида ўлчанган сув сарфлари бирламчи маълумотлар сифатида олинган. Ҳисоблашлар тегишли мезонлар асосида ажратилган ҳисоб даврлари бўйича амалга оширилган. Дарёдан вегетация ва новегиетация мавсумларининг ҳар бир ҳисоб даври учун аниқланган оқим миқдорлари ўзаро таққосланган. Таҳлиллар натижасида, Тўхтағул сув омборининг энергетик режимга ўтиши тўғрисида, Норин дарёси оқимининг, охириги ўн йилликларнинг вегетация даврида, меъёрга нисбатан 2,5-3 марта камайганлиги, новегиетация даврида эса, аксинча, 3,5-4 марта ортганлиги аниқланган.

Калит сўзлар: Норин дарёси, Тўхтағул сув омбори, ирригацион режим, энергетик режим, ҳисоб даврлари, вегетация ва новегиетация мавсумлари, оқим миқдорларининг ўзгаришлари, баҳолаш.

Кириш. Бугунги кунга келиб, Ўрта Осиёда собиқ Иттифоқ даврида қурилган Тўхтағул, Норак каби йирик сув омборларидан асосан электр энергияси олиш мақсадларида фойдаланилмоқда. Бунинг оқибатида Ўзбекистонда, Туркменистонда ва Қозоғистоннинг жанубий вилоятларида сувга эҳтиёж ортган вегетация мавсумида сув тақчиллиги йилдан-йилга кучайиб бормоқда. Бу ҳолат дарёларда кам сувли йилларда суғорма деҳқончилиқда янада ўта тифиз вазиятларни юзага келтирмоқда.

Гидрологик адабиётларда сув омборларидан комплекс, аниқроғи, ҳам ирригация, ҳам энергетика ва бошқа мақсадларда фойдаланиш масалаларига собиқ Иттифоқ ва МДҲ мамлакатлари олимларидан С.Л.Вендров, Б.Б.Богословский, Ю.М.Матарзин, В.М.Широков, А.Б.Авакян, К.К.Эдельштейн ва бошқаларнинг тадқиқотлари бағишланган [Матарзин, 2003]. Мазкур масалалар Ўрта Осиё сув омборлари мисолида А.М.Никитин, Е.М.Видинеева, З.С.Сирлибоева, Ф.Ҳ.Ҳикматов, Д.П.Айтбаев кабиларнинг тадқиқотларида кўриб чиқилган [Ҳикматов ва бошқ., 2000]. Бироқ мазкур олимлар томонидан бажарилган ишларда Тўхтағул сув омборига таянч тадқиқот объекти сифатида алоҳида эътибор қаратилмаган.

Ишнинг мақсади ва вазифалари. Мазкур ишнинг асосий мақсади Норин дарёси вегетация ва новегиетация мавсумлари оқимининг Тўхтағул сув омбори таъсиридаги ўзгаришларини миқдорий баҳолашдан иборат. Тадқиқотнинг мақсадига мос равишда, Тўхтағул сув омборининг асосий гидрологик ва морфометрик кўрсаткичларини унинг сув сатҳига боғлиқ ҳолда аниқлаш, сув омбори таъсирида Норин дарёси сув режимидаги ўзгаришларни таҳлил қилиш, умумий кузатиш йилларини тегишли ҳисоб даврларига

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

ажратиш ва улар учун дарё оқимининг вегетация ва новеетация мавсумларидаги ўзгаришларини миқдорий баҳолаш каби масалалар ишнинг асосий вазифалари ҳисобланади.

Ишнинг тадқиқот объекти ва предмети. Ишнинг тадқиқот объекти сифатида Норин дарёсининг Тўхтағул сув омборидан оқиб чиқадиган сув сарфлари танлаб олинди. Сув омборини ишлатиш режимининг ўзгариши, яъни унинг XX асрнинг 90-йилларидан бошлаб ирригация режимидан энергетик режимга ўтказила бошланиши натижасида Норин дарёси оқими миқдорларида юзага келган гидрологик шароитни таҳлил этиш, улардан тегишли амалий хулосалар чиқариш ишнинг предмети белгилаб беради.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Тўхтағул – Сирдарё ҳавзасидаги энг йирик сув омбори бўлиб, мазкур улкан сув иншоотининг умумий лойиҳа сув сифими $19,5 \text{ км}^3$, фойдали ҳажми эса 14 км^3 ни ташкил этади. Сув омбори Қирғизистон Республикасининг Кетмен-Тюбе водийсида, Норин дарёсининг юқори оқимида, аниқроғи, Катта ва Кичик Норин дарёларининг қўшилиш жойида барпо этилган. Сув омборининг сув сифими тўғрисида юқорида келтирилган маълумотлар Тўхтағул сув омборининг Норин дарёси оқимини йиллараро тартибга солиш, яъни бошқаришда нақадар аҳамиятли эканлигини кўрсатиб турибди [Авакян ва бошқ., 1987; Никитин, 1991].

Дарҳақиқат, ушбу сув омборини барпо этишдан кўзланган асосий мақсад ҳам Норин дарёси оқимини йиллараро бошқаришдан иборат бўлган. Пировард натижада эса Норин дарёси суви билан ҳавзадаги суғориладиган ерларнинг сув таъминотини яхшилаш ва улар майдонини янада кенгайтириш кўзда тутилган. Бу борада Сирдарё ҳавзасида қурилган сув омборларининг воҳада суғоришни ривожлантиришдаги ўрни ва аҳамияти тўғрисидаги маълумотларни таҳлил қилиш ўринлидир (1-жадвал).

1-жадвал

Сирдарё ҳавзасида қурилган сув омборларининг воҳада суғориладиган ерлар сув таъминотини яхшилашдаги ва янги ерларни ўзлаштиришдаги аҳамияти

Таблица 1

Значение водохранилищ, построенных в бассейне Сырдарьи, в улучшении водообеспеченности орошаемых земель оазиса и освоении новых земель

Table 1

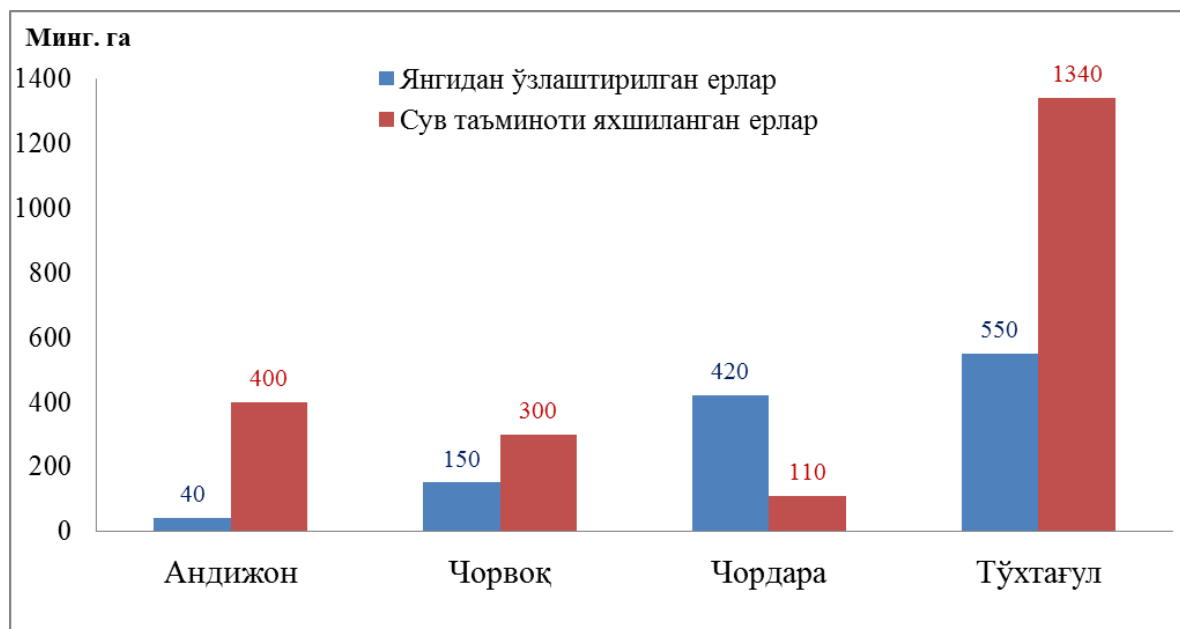
The importance of reservoirs built in the Syrdarya basin in improving the water supply of irrigated oasis lands and developing new lands

Т.р.	Сув омборлари	Дарё	Фойдаланишга топширилган йил	Сув сифими, 10^6 м^3		Ер майдони, минг га	
				умумий	фойдали	янгидан ўзлаштирилган	сув таъминоти яхшиланган
1	Андижон	Қорадарё	1970	1 750	1 600	40	400
2	Чорвоқ	Чирчиқ	1978	1 990	1 690	150	300
3	Чордара	Сирдарё	1967	5 700	4 230	420	110
4	Тўхтағул	Норин	1974	19 500	14 000	550	1340
Жами ҳавза бўйича						1160	2150

Изоҳ: 1) жадвал А.Б.Авакян ва А.М.Никитин маълумотлари асосида тузилди; 2) сув сифими $1,5 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ дан катта бўлган сув омборлари олинди.

Жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, Сирдарё ҳавзасида қурилган, сув сифими $1,5 \text{ км}^3$ дан катта бўлган йирик сув омборлари ҳавзадаги суғориладиган ерлар майдонини 1 млн. 160 минг гектарга кўпайтириш имконини берган. Бу ерларнинг деярли

50 фоизи, яъни 550 минг гектари Тўхтағул сув омборида тўпланган сув ресурслари ҳисобига тўғри келади. Ушбу сув омборлари орқали Сирдарё ҳавзасида олдиндан суғориладиган 2 млн. 150 минг гектар ер майдонларининг сув таъминоти яхшиланган. Бу кўрсаткичнинг 1 млн. 340 минг гектар суғориладиган ер майдонлари Тўхтағул сув омборига тўғри келади (1-расм).



1-расм. Сирдарё ҳавзасидаги сув омборларининг воҳада суғорма деҳқончилиқни ривожлантиришдаги ўрни

Рис. 1. Роль водохранилищ Сырдарьинского бассейна в развитии орошаемого земледелия в оазисе

Fig. 1. The role of the reservoirs of the Syrdarya basin in the development of irrigated agriculture in the oasis

Юқорида келтирилган маълумотлар Тўхтағул сув омборининг ирригацион режимда ишлаган йилларига тегишлидир. Маълумки, ўтган XX асрнинг 90-йилларига келиб, сув омборидан, асосан, энергетик мақсадларда фойдаланиш устувор бўла бошлади. Айнан шу йиллардан бошлаб, Сирдарё сув ресурсларидан қишлоқ хўжалигида кенг миқёсда фойдаланадиган Ўзбекистоннинг Фарғона водийси, Сирдарё, Жиззах вилоятлари ҳамда Қозоғистоннинг жанубий вилоятларида вегетация даврида сув танқислиги йилдан-йилга тизиллашиб борди.

Тадқиқотда, дастлаб, Норин дарёсининг сув режими, яъни дарё оқими миқдорининг йиллараро тебраниши ҳамда оқим миқдорининг вегетация (апрель-сентябрь) ва новегетация (октябрь-март) мавсумлари бўйича тақсимланиши табиий гидрологик режимли давр учун таҳлил қилинди. Сўнг бу борадаги таҳлиллар Тўхтағул сув омбори эксплуатацияга топширилгандан кейинги йиллар учун амалга оширилди (2-расм).

Тадқиқотнинг мақсади ва вазифаларидан келиб чиққан ҳолда, яъни Норин дарёси оқимининг Тўхтағул сув омбори таъсирида вегетация ва новегетация мавсумларидаги ўзгаришлари хусусиятларини аниқлаш учун дарёнинг Учқўрғон гидрологик постида, 1931-2020 йиллар давомидаги кузатишлар қуйидаги ҳисоб даврларига ажратилди:

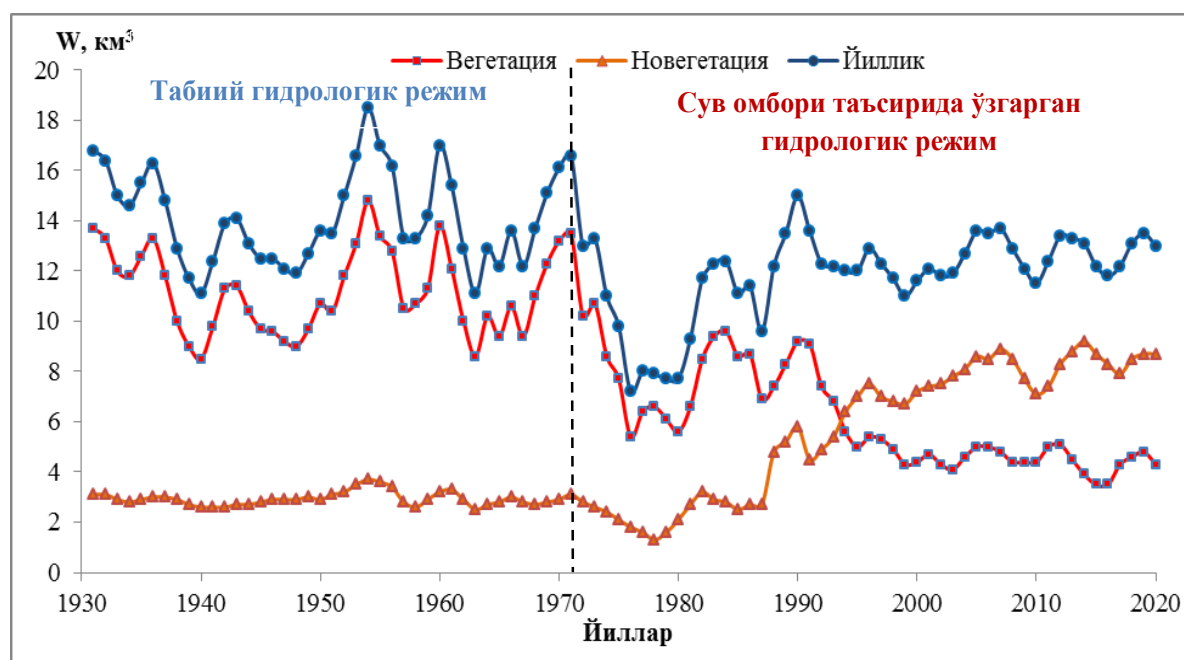
1-ҳисоб даври, 1931-1971 йиллар, Норин дарёси табиий гидрологик режимга эга бўлган давр;

2-ҳисоб даври, 1972-1987 йиллар, Тўхтағул сув омбори фойдаланишга топширилгандан сўнг, сув омборининг лойихада белгиланган ҳажмини тўлдиришга кетган давр. Бу даврда сув омбори асосан ирригацион режимда ишлаган;

3-ҳисоб даври, 1988-1994 йиллар, Тўхтағул сув омборида энергетик режим устувор бўла бошлаган давр, яъни энергетик режимга ўтиш даври;

4-ҳисоб даври, 1995-2007 йиллар, Тўхтағул сув омбори тўлиқ энергетик режимга ўтган давр;

5-ҳисоб даври, 2008-2020 йиллар, Тўхтағул сув омборида энергетик режим чуқурлашган давр. Кўриниб турибдики, юқорида келтирилган ҳисоб давларини ажратишда дастлаб, Норин дарёсининг табиий гидрологик режимли даври, сўнг унинг Тўхтағул сув омбори таъсиридаги ўзгаришлари эътиборга олинди. Қуйида уларнинг ҳар бири устида тўхталиб ўтамиз.



2-расм. Норин дарёси йиллик, вегетация ва новеgetация давлари оқим миқдорларининг йиллараро ўзгаришлари (Учқўрган пости)

Рис. 2. Многолетние изменения величин стока реки Нарын за год и за периоды вегетации и вневеgetации (Учкурганский пост)

Fig. 2. Long-term fluctuations in the flow rates of the Naryn river for the year and for the periods of vegetation and non-vegetation (Uchkurgan)

Биринчи ҳисоб даври, яъни 1931-1971 йилларда, Норин дарёси табиий гидрологик режимга эга бўлган. Бу даврда дарё йиллик оқимининг асосий қисми вегетация мавсумида оқиб ўтган (2-жадвал).

Юқоридаги жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, табиий гидрологик режимли даврда Норин дарёси йиллик оқимининг 75-80 фоизи вегетация мавсумига, 20-25 фоизи эса новеgetация мавсумига тўғри келган.

Иккинчи ҳисоб даврида (1972-1987 йиллар), яъни Тўхтағул сув омбори эксплуатацияга топширилгандан сўнг Норин дарёсининг қуйи оқимида унинг гидрологик режими кескин ўзгара бошлади. Ушбу ўзгаришлар дарё ўртача йиллик сув сарфларининг йиллараро тебранишларида, дарё оқимининг йил давомида ойлар ва фасллар бўйича

тақсимланишида акс эта бошлади. Жумладан, Норин дарёси йиллик оқимининг Учқўрғон гидропостида ҳисобланган миқдорлари камайиш томон ўзгара бошлаган. Бу жараён 1980 йилгача давом этган (2-расм). Бунинг сабаби, дарё йиллик оқими маълум қисмининг Тўхтағул сув омборини тўлдириш учун сарфланганлигидадир. Бунинг оқибатида Норин дарёсининг қуйи оқимида 16 йил, яъни 1972-1987 йиллар давомида кам сувли бўлган. Дарё йиллик оқимидаги бундай салбий ўзгариш вегетация давридаги оқим миқдорига ҳам ўз таъсирини кўрсатган. Мазкур ҳисоб даврининг вегетация мавсумидаги оқим миқдори $6,7 \text{ км}^3$ гача, яъни меъёрга нисбатан 1,7 марта камайиб кетган (3-расм).

2-жадвал

Табий гидрологик режимдаги Норин дарёси оқими миқдорларининг экстремал қийматлари

Таблица 2

Экстремальные значения стока реки Нарын в естественном гидрологическом режиме

Table 2

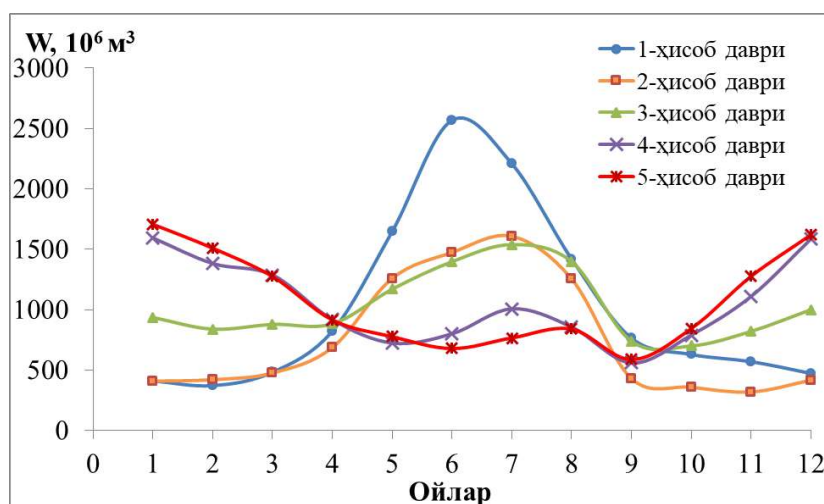
Extreme values of the Naryn river discharge in the natural hydrological regime

Ҳисоб оралиғи	W, км ³		
	мах (йил)	мин (йил)	ўрт (йил)
Йиллик	21,8 (1969)	8,0 (1965)	14,1 (1937)
Вегетация	18,3 (1969)	5,3 (1965)	11,2 (1937)
Новегетация	3,4 (1969)	2,7 (1965)	2,9 (1937)

Учинчи ҳисоб даври, яъни 1988-1994 йиллар, Тўхтағул сув омборининг энергетик режимга ўтиш давридир. Ушбу ҳисоб даврининг ўзига хос хусусияти шундаки, унинг дастлабки йилларида дарёнинг вегетация ва новегетация мавсумларида оқиб ўтган оқим миқдорлари бир-бирига яқинлаша боради ва ҳисоб даврининг охирида, яъни 1993-1994 йиллар оралиғида улар ўзаро тенглашади (2-расм). Жумладан, 1993 ва 1994 йилларда вегетация давридаги оқим миқдорлари йиллик оқим ҳажмининг, мос равишда, 55 ва 45 фоизини ташкил этган бўлса, шу йилларнинг новегетация даврида дарёдан йиллик оқимнинг 45 ва 55 фоиз миқдорлари оқиб ўтган.

Тўртинчи ҳисоб даврида (1995-2007 йиллар) Тўхтағул сув омбори тўлиқ энергетик режимга ўтган бўлиб, бу йилларда вегетация мавсумидаги оқим миқдорлари камайишда давом этган, аксинча, новегетация мавсумларидаги оқим ҳажмлари эса орта борган. Мазкур ҳисоб даврининг вегетация мавсумидаги ўртача оқим миқдори $4,8 \text{ км}^3$ (йиллик оқим ҳажмига нисбатан 38%)ни, новегетация мавсумидаги оқим ҳажми эса $7,8 \text{ км}^3$ (62%)ни ташкил этган. Бу рақамлар мазкур ҳисоб даврида вегетация мавсуми оқим миқдорининг меъёрга ($11,2 \text{ км}^3$) нисбатан 2,3 марта камайганлигини, аксинча, новегетация мавсуми оқимининг меъёрга ($2,9 \text{ км}^3$) нисбатан 2,7 марта ортганлигини кўрсатади.

Сўнги, **бешинчи ҳисоб даврига** келиб (2008-2020 йиллар), Тўхтағул сув омборидан энергетик режимда фойдаланиш янада чуқурлашди. Бу эса, ўз навбатида, вегетация ва новегетация мавсумларидаги оқим миқдорлари ўртасидаги фарқнинг янада ортишига сабаб бўлди. Таққослаш учун 2014 йилни оладиган бўлсак, мазкур йилнинг вегетация мавсумида йиллик оқимнинг атиги 30 фоизи оқиб ўтган бўлса, новегетация мавсумидаги оқим миқдори йиллик оқимнинг 70 фоизини ташкил қилган.



3-расм. Норин дарёси оқимининг турли ҳисоб даврларида йил давомида ойлар бўйича тақсимланишидаги ўзгаришлар

Рис. 3. Изменения внутригодового распределения стока реки Нарын по месяцам в разные расчетные периоды

Fig. 3. Changes in the intra-annual distribution of the flow of the Naryn river by months in different calculation periods

Норин дарёсининг қуйи оқими гидрологик режимининг охириги ўн йилликлардаги ўзгаришлари хусусиятларини янада аниқлаштириш мақсадида 5-ҳисоб даври қуйидаги 2 та кичик ҳисоб даврларига ажратилди:

1-кичик ҳисоб даври 2008-2015 йилларни,

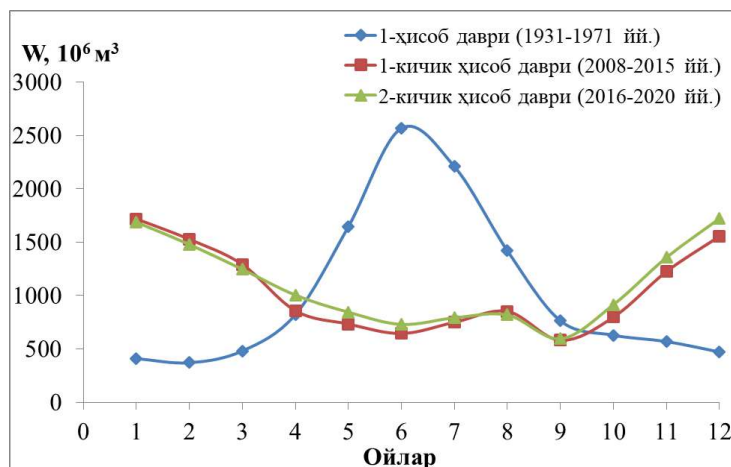
2-кичик ҳисоб даври эса 2016-2020 йилларни қамраб олади.

Ажратилган кичик ҳисоб даврларининг вегетация ва новеетация мавсумлари учун ҳисобланган оқим миқдорлари ҳам Норин дарёси табиий сув режимига эга бўлган 1-ҳисоб даври учун олинган кўрсаткичлар билан ўзаро таққосланди (4-расм).

Кўриниб турибдики, сўнги йилларда вазият янада мураккаблашган. Масалан, **биринчи кичик ҳисоб даври**нинг (2008-2015 йиллар) вегетация мавсумидаги ўртача кўп йиллик оқим ҳажми $4,4 \text{ км}^3$ ни ташкил этган. Вегетация мавсумидаги оқим ҳажмининг бу миқдори Норин дарёси табиий сув режимига эга бўлган, яъни 1-ҳисоб давридаги вегетация мавсуми оқимига ($11,2 \text{ км}^3$) нисбатан 2,5 марта кам эканлигин кўрсатади.

Иккинчи кичик ҳисоб даврида эса новеетация мавсуми оқими миқдорларининг янада ортганлигини кўраимиз. Жумладан, табиий сув режими даврида Норин дарёсининг новеетация мавсумидаги ўртача кўп йиллик оқим миқдори $2,9 \text{ км}^3$ га тенг бўлган бўлса, сўнги беш йилликда (2016-2020 йиллар), яъни иккинчи кичик ҳисоб даврида ушбу миқдор қарийб 3 мартага ортиб, $8,4 \text{ км}^3$ ни ташкил этган.

Маълумки, Сирдарё йиллик оқимининг 78 фоизини Норин дарёси оқими ташкил этади. Сирдарё оқимининг қолган 22 фоиз қисмигина Қорадарёга тегишлидир. Юқорида баён этилганлардан кўриниб турибдики, Норин дарёси қуйи оқимининг гидрологик режими, хусусан, дарёнинг вегетация ва новеетация мавсумлари оқим миқдорларида юз берган салбий ўзгаришлар Сирдарё сув ресурсларидан фойдаланиш билан боғлиқ бўлган қатор муаммоларни келтириб чиқармоқда. Келгуси тадқиқотларнинг асосий мақсади ана шу муаммоларнинг ечимига қаратилиши лозим.



4-расм. Норин дарёси оқимининг биринчи ҳамда икки кичик ҳисоб даврларида йил давомида ойлар бўйича тақсимланишини таққослаш

Рис. 4. Сопоставление внутригодового распределения стока реки Нарын по месяцам первого и двух малых расчетных периодов

Fig. 4. Comparison of the intra-annual distribution of the flow of the Naryn River by months of the first and two small calculation periods

Бажарилган тадқиқот натижалари таҳлилларига асосланган ҳолда, хулоса сифатида куйидагиларни қайд этиш ўринлидир.

1. Тўхтағул сув омборининг қурилиши, айниқса унинг ирригацион режимдан энергетик режимга ўтиши натижасида, Норин дарёсининг табиий гидрологик режими ўзгарди. Бу ўзгаришлар дарё оқимининг вегетация ва новегиетация мавсумлари бўйича тақсимланишида кузатилди. Жумладан, сўнгги беш йилликда (2016-2020 йиллар), вегетация мавсуми оқими меъёрга нисбатан 2,5 марта камайган, аксинча, новегиетация мавсуми оқими эса 3 мартага ортиб кетган.

2. Тўхтағул сув омборининг энергетик режимда эксплуатация қилиниши туфайли, Норин дарёси қуйиладиган Сирдарёнинг ўрта ва қуйи оқимларида ҳам вегетация мавсумларида оқим миқдорлари камайган. Натижада, ҳозиги кунда Ўзбекистоннинг Фарғона водийси, Сирдарё, Жиззах вилоятлари ҳамда қўшни Қозоғистон республикасининг жанубий вилоятларида вегетация мавсумида сув танқислиги йилдан-йилга кучайиб бормоқда. Сирдарё сув ресурсларидан фойдаланиш билан боғлиқ бўлган мазкур муаммолар сувни энг кўп истеъмол қиладиган қишлоқ хўжалиги сектори ҳамда иқтисодиётнинг бошқа тармоқлари сув таъминотида акс этмоқда.

3. Бундай шароитда, юзага келган муаммони ҳал этиш учун, биринчи навбатда, мазкур муаммо билан бевосита боғлиқ бўлган қўшни давлатлар ўртасида сувдан фойдаланиш бўйича аниқ мақсадли келишувларга эришиш лозим. Бунинг учун барча томонларга мақбул бўлган ечимларни назарда тутадиган тадбирлар режаси ишлаб чиқилиши зарур.

4. Норин дарёсидан новегиетация даврида Ўзбекистонга оқиб келадиган катта миқдордаги сув ресурсларидан самарали фойдаланишни ташкил этиш лозим. Бунинг учун Фарғона водийсида қурилган Кенгкўл, Резаксой, Ёзёвон каби сув омборларини модернизация қилиш, уларнинг сув сиғимини ошириш ҳамда шу турдаги янги сув омборларини барпо этиш тавсия этилади.

5. Юзага келган масалани ҳал этиш учун зудлик билан барча тармоқларда сувдан фойдаланувчилар учун сув истеъмоли меъёрларини тартибга солиш, экин майдонларида шаклландиган қайтарма оқим ва саноат корхоналарининг оқава сувлари миқдорини

камайтириш, бунинг учун барча тармоқларда сувтежамкор технологияларни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Миннатдорчилик. Муаллифлар ушбу илмий мақолани тайёрлаш жараёнида ўз ёрдами ва илмий маслаҳатларини аямаган ҳамкасбларига, жумладан, Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Куруклик гидрологияси кафедраси профессор-ўқитувчиларига ҳамда Ўзгидрометнинг Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти олимларига ўзларининг чуқур миннатдорчиликларини изҳор этадилар.

Муаллифлар ҳиссаси. Ф. Ҳикматов: Методология, мақола ғояси, олинган натижаларнинг таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш, раҳбарлик. **Б.Р. Рапиқов:** Тадқиқот учун зарур бўлган гидрологик маълумотларни тўплаш, уларни бирламчи қайта ишлаш, мавзу доирасида тегишли гидрологик ҳисоблашларни бажариш, олинган натижаларнинг таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. Муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

- Авакян А.Б., Шарапов В.А.* и др. Водохранилища мира. – М.: Изд-во «Наука», 1979. – 289 с.
- Авакян А.Б., Салтанкин В., Шарапова В.А.* Водохранилища. М.: Мысль, 1987. – 325 с.
- Благообразов В.А., Бондарев Л.Г.* и др. Бассейн реки Нарын. – Фрунзе: Академия наук, 1960. – 228 с.
- Ильин И.А.* Водные ресурсы Ферганской долины. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 247 с.
- Матарзин Ю.М.* Гидрология водохранилищ. – Перм: Изд-во «ПГУ», 2003. – 296 с.
- Никитин А.М.* Водохранилища Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 163 с.
- Подрезов О.А.* Горная климатология и высотная климатическая зональность Кыргызстана. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. – 170 с.
- Пономаренко П.Н.* Атмосферные осадки Киргизии. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 134 с.
- Савичев О.Г., Краснощёков С.Ю., Наливайко Н.Г.* Регулирование речного стока: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 114 с.
- Ҳикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Ҳакимова З.Ф., Зияев Р.Р., Эрлапасов Н.Б.* Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. – Тошкент: «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2020. – 232 с.
- Эдельштейн К.К.* Гидрология озер и водохранилищ. Учебник для вузов. – М.: Изд-во «Перо», 2014. – 399 с.
- Ҳикматов Ф.Х., Рапиқов Б.Р.* Тўхтағул сув омборининг энергетик режимга ўтказилиши ва бу жараён билан боғлиқ бўлган муаммолар // “Ўзбекгидроэнергетика” илмий-техник журнали, 2-сон. – Тошкент, 2021. – Б. 36-38.
- Ҳикматов Ф.Х., Сирлибоева З.С., Айтбаев Д.П.* Қўллар ва сув омборлари географияси, гидрологик хусусиятлари. – Тошкент: Университет, 2000. – 122 б.
- Abuduwaili, J., Issanova, G., Saparov, G.* Water Resources and Lakes in Kyrgyzstan. In: Hydrology and Limnology of Central Asia. Water Resources Development and Management. Springer, Singapore, 2019.
- Hikmatov F.H., Haydarov S.A., Halimova G.S., Ziyayev R.R., Rapiqov B.R.* Ko'lishunoslik. Darslik. – Toshkent: «Innovatsion rivojlanish nashriyoti-matbaa uyi», 2021. – 216 b.
- Wohlfarth B., Herschy R.W., Fairbridge R.W.* Encyclopedia of Lakes and Reservoirs. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht, 2012.

ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕКИ НАРЫН ВЕГЕТАЦИОННОГО И ВНЕВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТОКТАГУЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ф. ХИКМАТОВ¹, Б.Р. РАПИКОВ¹

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

Аннотация. Статья посвящена вопросам оценки изменения стока реки Нарын вегетационного и вневегетационного периодов под влиянием Токтагульского водохранилища. С этой целью в качестве исходных материалов были использованы расходы воды, измеренные на гидрологическом посту Учкурган, расположенного ниже Токтагульского водохранилища. Вычисления выполнены для расчетных периодов, выделенных на основе соответствующих критериев. Выполнено сопоставление вычисленных за отдельные расчетные периоды величин объемов стока вегетационного и вневегетационного периодов. Результаты анализа показали, что за последние десятилетия под влиянием Токтагульского водохранилища объем стока реки Нарын вегетационного периода увеличился 2,5-3 раза относительно нормы, а за вневегетационный период, наоборот, уменьшался в 3,5-4 раза.

Ключевые слова: река Нарын, Токтагульское водохранилище, ирригационный режим, энергетический режим, расчетные периоды, периоды вегетации и вневегетации, изменения величин стока, оценка.

CHANGES IN THE FLOW OF THE NARYN RIVER IN THE VEGETATION AND NON-VEGETATION PERIODS UNDER THE INFLUENCE OF THE TOKTAGUL RESERVOIR

F. KHIKMATOV¹, B.R. RAPIKOV¹

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

Annotation. The article is devoted to the assessment of changes in the flow of the Naryn River during vegetation season and non-vegetation periods under the influence of the Toktagul reservoir. For this purpose, water discharges measured at the Uchkurgan hydrological station, located downstream of the Toktagul reservoir, were used as source materials. The calculations are made for the calculation periods selected on the basis of the relevant criteria. Comparison of the values of runoff volumes of the vegetation and non-vegetation periods calculated for individual calculation periods was made. The results of the analysis showed that over the past decades, under the influence of the Toktagul reservoir, the volume of the flow of the Naryn River during vegetation season increased by 2.5-3.0 times relative to the norm, and during the non-vegetation period, on the contrary, decreased by 3.5-4.0 times.

Key words: Naryn river, Toktagul reservoir, irrigation regime, energy regime, calculation periods, vegetation and non-vegetation periods, runoff changes, assessment.

REFERENCES

- Avakyan A.B., Sharapov V.A. et al. Vodoxranilisha mira [Reservoirs of the world]. – M.: Izd-vo "Nauka", 1979. – 289 s. (in Russian)
- Avakyan A.B., Saltankin V., Sharapova V.A. Vodoxranilisha [Reservoirs]. – M.: Misl, 1987. – 325 s. (in Russian)
- Blagobrazov V.A., Bondarev L.G. et al. Basseyn reki Naryn [Naryn river basin]. – Frunze: Akademiya nauk, 1960. – 228 s. (in Russian)
- Ilyin I.A. Vodnye resursy Ferganskoy doliny [Water resources of the Ferghana Valley].

- L.: Gidrometeoizdat, 1959. – 247 s. (in Russian)
Matarzin Yu.M. Hidrologiya vodoxranilish [Hydrology of reservoirs]. – Perm: Izd-vo "PGU", 2003. – 296 s. (in Russian)
Nikitin A.M. Vodoxranilisha Sredney Azii [Reservoirs of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1991. – 163 s. (in Russian)
Podrezov O.A. Gornaya klimatologiya i vysotnaya klimaticheskaya zonalnost Kyrgyzstana [Mountain climatology and altitudinal climatic zonality of Kyrgyzstan]. – Bishkek: Izd-vo KRSU, 2014. – 170 s. (in Russian)
Ponomarenko P.N. Atmosfernye osadki Kirgizii [Atmospheric precipitation in Kyrgyzstan]. – L.: Gidrometeoizdat, 1976. – 134 s. (in Russian)
Savichev O.G., Krasnoshchekov S.Yu., Nalivaiko N.G. Regulirovanie rechnogo stoka: uchebnoe posobie [River Flow Regulation: A Study Guide] / Tomskiy politexnicheskii universitet. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politexnicheskogo universiteta, 2009. – 114 s. (in Russian)
Xikmatov F.X., Yunusov G.Kh., Khakimova Z.F., Ziyaev R.R., Erlapasov N.B. Zakonomernosti formirovaniya vodnyx resursov gornyx rek v usloviyax izmeneniya klimata [Patterns of formation of water resources of mountain rivers in the context of climate change]. – Toshkent: "Innovation rivozhlanish nashriyot-matbaa uyi", 2020. – 232 s. (in Russian)
Edelstein K.K. Hidrologiya ozer i vodoxranilish [Hydrology of lakes and reservoirs]. Uchebnik dlya vuzov. – M.: Izd-vo "Pero", 2014. – 399 s. (in Russian)
Khikmatov F.Kh., Rapikov B.R. To'xtag'ul suv omborining energetik rejimga o'tkazilishi va bu jarayon bilan bog'liq bo'lgan muammolar [Transfer of Tokhtagul reservoir to energy mode and problems related to this process] ilmiy-texnik jurnali "O'zbekgidroenergetika", 2-son. – Toshkent, 2021. – B. 36-38. (in Uzbek)
Khikmatov F.Kh., Sirliboeva Z.S., Aitbaev D.P. Ko'llar va suv omborlari geografiyasi, gidrologik xususiyatlari [Geography of lakes and reservoirs, hydrological characteristics] – Toshkent: Universitet, 2000. – 122 s. (in Uzbek)
Khikmatov F.Kh., Haydarov S.A., Halimova G.S., Ziyayev R.R., Rapikov B.R. Ko'lshunoslik [Lake science limnology]. Darslik. – Toshkent: "Innovation rivozhlanish nashriyot-matbaa uyi", 2021. – 216 s. (in Uzbek)

УДК: 551.48(551.482)

О РОЛИ ИСПАРЕНИЯ И КОНДЕНСАЦИИ В СУТОЧНОМ ХОДЕ СТОКА МАЛЫХ РЕК

Б.А. КАМАЛОВ^{1*}

¹ Наманганский государственный университет, kamolov-1942@inbox.ru

Аннотация. Как известно, суточный ход стока малых рек обычно связывают изменением интенсивности таяния снега и льда в результате колебаний температуры воздуха в течение суток. Однако на малых горных реках суточный ход наблюдается поздним летом, когда в их водосборах уже давно стаяли последние снежники. Такое явление одни ученые объясняли наличием вечной мерзлоты, другие – испарением с водной поверхности водотоков. В статье, в результате анализа лимниграмм уровня воды малых горных рек за различные периоды, отмечается значимость испарения с их водной поверхности и конденсации в формировании суточного хода в их стоке. При этом в низкогорных реках вечерний минимум суточного хода образуется в результате испарения, а максимум в первой половине дня – ночной и утренней конденсацией. В более крупных реках такой суточный ход может быть сдвинут на более поздние

* Ответственный автор: kamolov-1942@inbox.ru, тел.: +998 93 546-01-31

сроки. На р. Головная этот сдвиг составил полсутки, с минимумом к полудню и максимумом к концу дня.

Ключевые слова: суточный ход стока, испарение, подземные воды, конденсация, температура воздуха, интенсивность таяния, инфильтрация.

Введение. Листая старые номера журнала «Метеорология и гидрология» и трудов гидрометеорологических институтов, нередко можно встретить статьи, в которых изложены проблемы, нерешенные окончательно до настоящего времени. К ним можно отнести статью известного гидрометеоролога Средней Азии Е.М.Козика «Мерзлота в верховьях горных рек и ее роль в суточных колебаниях расходов воды» [Козик, 1964]. Ее обсуждение продолжается до настоящего времени [Материалы..., 1973; Машуков, 1968; Kamalov, Abduraxmonov, 2016].

Наблюдения, проведенные на малых горных реках в различных регионах, показывают наличие суточного хода уровня и расхода воды в них, чего всегда связывали изменением интенсивности таяния снега и льда, связанного с колебанием температуры воздуха в течение суток. Однако, такие случаи нередко обнаруживаются поздним летом и осенью, спустя месяцы после полного стаивания всех снежников в соответствующем бассейне. Е.М.Козик это объяснил наличием и таянием мерзлых грунтов в высокогорной части водосборов рек, которых он обнаружил в верховьях р. Головная в бассейне р. Кызылча – притока второго порядка р. Ахангаран. П.М.Машуков считает такое объяснение недостаточным, так как суточный ход в августе и сентябре наблюдается не только в высокогорной речке Головная, но и в низкогорной речке Четыксай, в водосборе которого нет и не может быть мерзлоты. Он такой суточный ход считает результатом испарения с поверхности русловых потоков и проточных мочажин [Машуков, 1968].

Однако и такое объяснение нельзя принять безоговорочно, поскольку не соответствует времени добегания. Например, на р. Головная, как отмечает П.М.Машуков, минимум уровня воды по времени наступает на одни сутки позже, чем максимум суточного хода температуры воздуха, т.е. с задержкой на одни сутки, что слишком много при скорости добегания 5 км/час, отмеченной самим автором.

Кроме того, резонен вопрос, может ли только испарение создать заметный на лимниграмме суточный ход? Площадь водной поверхности всех русел р. Головная по определениям П.М.Машукова составляет 15600 м². Среднее испарение в августе на центральной метеорологической площадке, расположенной на высоте 2075 м н.у.м., в бассейне р. Кызылча, составило в августе 6,6 мм/сутки. Если принять испарение по всему водосбору реки Головная 4 мм/сутки, то это даёт объём испарения 62,4 м³, который при делении на число секунд в дневное время даёт всего 1,2 л/сек, что не может существенно влиять на суточный гидрограф со средним стоком 150 л/сек. Отсюда напрашивается вывод о том, что суточный ход стока этих рек в конце лета и осенью формируется не только испарением с поверхности воды рек. Здесь возможно, чувствительна роль в конденсации.

Целью исследования является уточнения факторов, формирующих суточный ход стока малых рек.

Объектом исследования является суточный ход стока малых рек, а **предмет** – исследование его изменений.

Анализ материалов наблюдений. Для изучения поставленного вопроса, нами использованы лимниграммы суточного хода стока рек горностокковой станции Кызылча в бассейне реки Ахангаран (рис. 1).

Характеристики водосборов рек Четыксай и Головная таковы: площади водосборов, соответственно, составляют 7,7 км² и 10,3 км², средняя их высота – 1880 м и 2730 м, средний расход воды за период апрель-август 0,10 и 0,33 м³/сек [Материалы...,

1973]. Характерные лимниграммы этих рек приведены на рисунках, представленных в работе П.М.Машукова [Машуков, 1968].

Лимниграммы изучаемых рек показывают следующее. На р. Четыксай постепенное повышение уровня воды с явным проявлением суточного хода наблюдается уже в феврале. 19, 20, 22 и 23 февраля выпадали дожди, нарушившие в эти же дни суточный ход уровня воды в реке, резко увеличив сток. Но время прохождения пика суточного хода не изменилось и оно в обоих случаях отмечалось к концу дня, как в обычные дни. Это вероятнее всего было связано с резким усилением таяния за счет дождей.

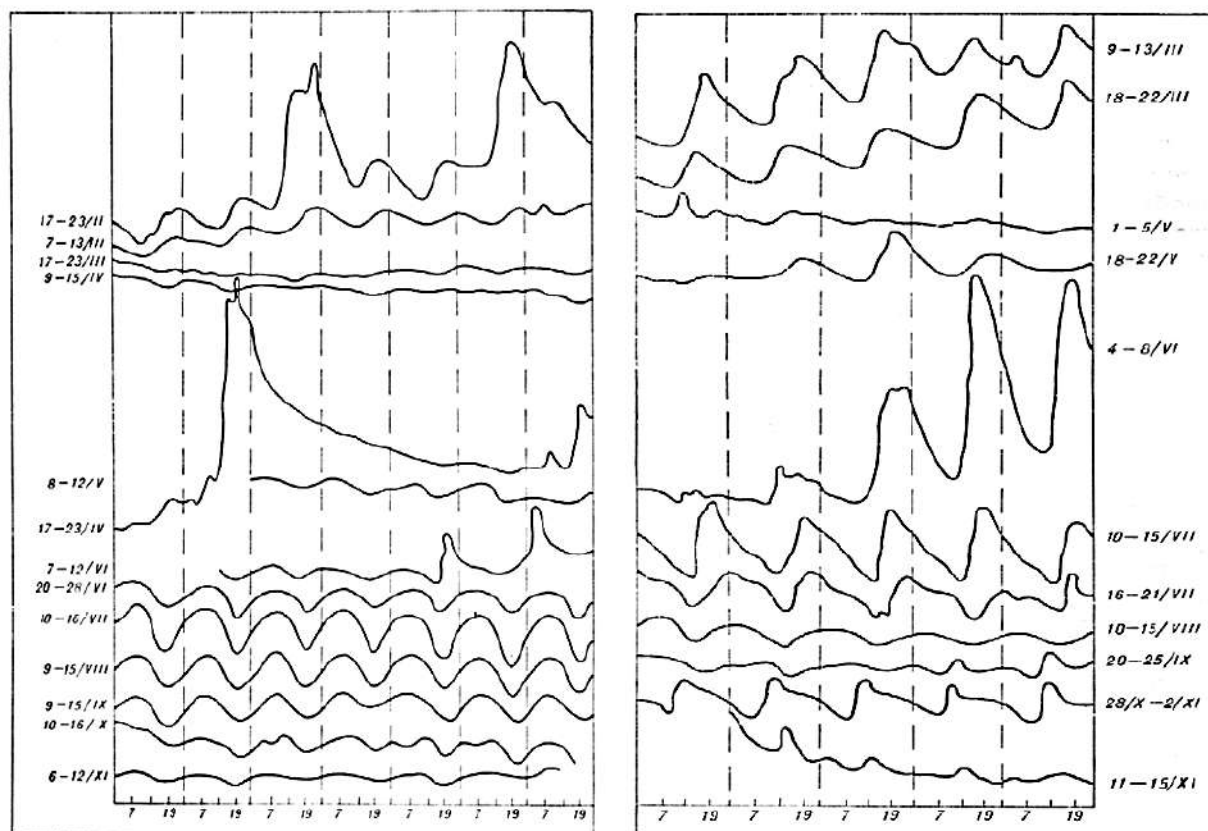


Рис. 1. Лимниграммы стока рек Четыксай (левый снимок) и Головная (правый снимок)

Fig. 1. Linnigrams of the Chetiksai (left) and Golovnaya (right) rivers

В первой половине марта при общем повышении уровня воды суточный ее ход сохраняется. Во второй половине марта начинается ее равномерный спад без заметного суточного хода. Это сохраняется и в первой половине апреля и свидетельствует о доминировании в этот период подземного питания. 17-18 апреля выпадали сильные дожди, которые резко увеличили сток реки. Этот весенний дождевой пик дал длинный шлейф, указывающий, по П.М.Машукову, на длительное стекание дождевой воды под влиянием подземного регулирования. Начиная с мая месяца суточный ход мало заметен и появляется с середины июня. В июле и августе суточный ход стока реки имеет наиболее правильный вид с максимумом около 10 часов и с минимумом к 19 часам, после чего начинается подъем уровня воды в реке. Такой ход продолжается и в сентябре с меньшей амплитудой. Особо нужно отметить плавный подъем и спад уровня воды в суточном ее ходе.

Этого нельзя сказать по р. Головной; здесь спад уровня воды, начавшийся к концу дня, после полудня следующего дня сменяется более резким кратковременным подъемом. Иными словами, минимум уровня воды отмечается к середине дня, а максимум – в конце. Это особенно ярко проявляется на лимниграммах за 6-8 июня и 10-15 июля. Такой суточный ход соответствует весеннему суточному ходу стока р. Четыксай, но противоположен летнему.

На р. Головная суточный ход уровня воды начинает проявляться в марте – на месяц позже, чем на р. Четыксай. 1-5 мая в водосборе р. Головная наблюдалась прохладная погода, что способствовало исчезновению суточного хода с некоторым понижением уровня воды. 21 мая метеостанции бассейна р. Кызылча отметили самые высокие за май среднесуточные температуры воздуха (14,4-18,5 °С). Это привело к усилению таяния выше снеговой границы и появлению суточного хода в стоке р. Головной, который прекратился 22 мая из-за похолодания.

Такая же ситуация наблюдалась 5 – 8 июня. В эти дни среднесуточная температура воздуха резко поднялась и имела следующие значения (табл.1.).

Таблица 1

Среднесуточная температура в июне на метеостанциях бассейна р. Кызылча

Table 1

Average daily temperature in June at the meteostations of the Kyzylcha river basin

Дата	Метеостанции		
	Кызылча	Головная	Четыксай
5 июня	13,9	18,4	18,6
6 июня	16,0	20,1	20,6
7 июня	18,2	21,7	22,0
8 июня	17,3	19,5	20,6

В результате площадь таяния выше снеговой границы резко увеличилась, что привело к суточному ходу стока с наибольшей амплитудой за летний период.

Здесь следует отметить то, что резкое потепление 6 июня в этот же день сказалось в суточном ходе стока р. Головная. Это противоречит допущению П.М.Машукова о возможном сдвиге минимума в суточном ходе стока на сутки, по сравнению с максимумом температуры воздуха, определяющей величину испарения. Здесь можно говорить только о том, что дневное таяние вызвало подъем уровня воды к вечеру.

10-15 июля суточный ход имеет почти стационарный характер, что указывает на его обусловленность, главным образом, интенсивностью таяния. 20-25 сентября на лимниграммах суточного хода стока почти не видно. Суточный же ход с 28 октября по 2 ноября стал результатом таяния большого снега, выпавшего 23-25 октября.

Следует отметить то, что П.М.Машуков свой вывод о сдвиге суточного хода уровня воды в речках по сравнению с максимумом температуры воздуха, определяющей величину испарения, сделал на основе данных по более высокогорной речке Головная. На речке же Четыксай, с более низкой высотой водосбора в летние дни с наиболее правильным суточным ходом, снижение уровня воды начинается в конце первой половины дня и минимум уровня наблюдается в 19 часов, т.е. тогда, когда на р. Головной отмечается максимум уровня воды.

Как известно, главными источниками формирования подземного питания рек могут быть инфильтрация атмосферных осадков, конденсация водяных паров, поступающих из приземного слоя воздуха и приток влаги из грунтовых вод. Однако, по поводу конденсации водяных паров в научной литературе имеются различные точки зрения, отвергающие друг друга, хотя с античных времен водяной пар считали источником

подземных вод. Подробный обзор истории проблемы дан в монографиях А.Ф.Лебедева [Лебедев, 1936], А.А.Роде [Роде, 1978] и др. Роль конденсации и адсорбции в формировании почвенной влаги имеет мощное подтверждение в «висячих садах Семирамиды», в водоснабжении г. Феодосия в Крыму, многочисленных экспериментах по изучению конденсации влаги в песках и более грубых материалах, в суглинистых и глинистых почвах. Ради справедливости надо отметить, что эти эксперименты порою давали незначительный эффект. В противоположность этому большое впечатление производят конденсаторы атмосферной влаги, снабжавших г. Феодосию питьевой водой в XIII-XIX веках, которые являются мощным аргументом для разработки способов использования конденсации влаги воздуха в хозяйственных целях. Согласно Б.А.Аполлова, в ноябре 1903 г. Ф.И.Зибольд, после четырехмесячного периода засухи, измерил сток воды из двух Феодосийских труб, идущих от конденсаторов, установленных на горе. Из одной трубы сток составил 1400 м³/сутки, из другой – 720 м³/сутки [Аполлов, 1963].

О роли конденсации и адсорбции в формировании почвенной влаги можно судить и по таблице, где приведены данные о влажности почвы в начале вегетации и сумме осадков по метеостанции Наманган за период октябрь-март (табл. 2).

Таблица 2

**Влажность почвы на начало вегетации и сумма осадков за октябрь-март, мм
[Kamalov, Abduraxmonov, 2016]**

Table 2

**Soil moisture at the beginning of the growing season and
rainfall in October-March, mm [Kamalov, Abduraxmonov, 2016]**

Годы	Влажность	Осадки (X-III)	Конденсация
2001	178	99,7	78,3
2002	176	134,5	41,5
2003	186	204,8	-18,8
2004	192	253,2	-61,2
2005	181	208,4	-27,4
2006	196	101,5	94,5
2007	197	148,2	48,8
2008	176	78,2	97,8
2009	210	150,4	59,6
2010	173	135,4	37,6
2011	200	76,2	123,8
2012	193	189,7	3,3
2013	193	111,6	81,4
2014	199	103,5	95,5
2015	180	134,8	45,2

Как видно из таблицы, в большинстве случаев влажность почвы значительно превышает сумму осадков за октябрь-март, что указывает на наличие какого-то другого источника поступления влаги в почву. Такими источниками могут быть капиллярные воды. Однако, для условий Узбекистана практически ощутимая высота капиллярного поднятия воды не превышает 2 м [Бабушкин, 2004]. В агрогидрологии считается, что высота капиллярного поднятия не выходит за пределы 3 м [Роде, 1963]. Тогда остается только один источник дополнительного поступления влаги – конденсация (и адсорбция) атмосферной влаги в почве. Разницу между влажностью почвы и суммой осадков за

период октябрь-март можно принять за величину конденсации.

Что касается случаев большего количества осадков, чем влага в почве, можно отметить повышенную интенсивность осадков в 2003-2005 гг. Как известно, при интенсивности дождя менее 0,5 мм/мин на пару инфильтрация не наблюдается, все испаряется, а на пашне инфильтрация составляет 55%; при интенсивности 0,75 мм/мин и на пару и на пашне -70-80%, при 1,0 мм/мин соответственно 19 и 29%, при 1,5 мм/мин – 15 и 28%, при 2,0 мм/мин – 12 и 22% [Роде, 1963]. Значит можно считать, что повышенная интенсивность осадков в эти годы способствовала увеличению поверхностного стока, ограничив инфильтрацию в почву.

Однако, конденсационный рост влаги в почве, из-за малой скорости ее передвижения, не может служить явной причиной суточного хода летнего стока горных рек. Но он подтверждает значимую роль конденсации в формировании стока рек, особенно рек, водосборы которых сложены рыхлообломочными и легко растворимыми породами, в телах которых создаются множество пустот. Именно такое геологическое строение имеет водосбор реки Кызылча. Здесь порфиры и метаморфизованные известняки среднего карбона имеют мощность до 2000 м. В южной части водосбора – в бассейнах рек Четыксай и Кутырбулак развиты верхнекарбоновые порфиры и порфиры мощностью до 700 м, сланцы, известняки, конгломераты, песчаники и др. Поэтому в бассейне р. Кызылча большое распространение имеют подземные воды различного типа – трещинного, трещинно-карстового и др. Они выходят на поверхность в виде многочисленных родников. По данным гидрогеологической съемки 1958 г., здесь имеются более 100 родников с расходами до 70 л/сек [Материалы..., 1973]. К сожалению ни на одном из них наблюдений за суточным ходом дебита не велось.

Среди притоков р. Кызылча особенно богат родниками водосбор р. Кутырбулак, где они на пологих местах образуют болотца. Однако и здесь не велось регулярные внутрисуточные наблюдения за уровнем воды. Данные наблюдений имеются только за весенний период – март и апрель 1961 г. В 1964 г. измерения проводились в большинстве случаев 1 раз в сутки. Только 2 дня – 5 июля и 1 августа уровень воды в реке измерялся 3 раза: 5 июля в 16.00 – 264 л/сек, 18.00 – 302 л/сек и 24.00 – 293 л/сек, 1 августа в 17.00 – 314 л/сек, 19.30 – 436 л/сек и 24.00 – 341 л/сек. Осадков в эти дни не было, снег в бассейне отсутствовал, а суточный ход явный.

Здесь также следует отметить наличие суточного хода в дебите источников. Например, дебит источника в Кучуккойсайском районе Крыма имел следующие величины в л/с [Худяев, Колотильщикова, 1934]:

23.X.1931 г. в 7.00 – 0,099, 16.00 – 0,070, 21.00 – 0,095;

24.X.1931 г. в 8.00 – 0,092, 20.00 – 0,096;

25.X.1931 г. в 13.00 – 0,082, 17.00 – 0,089.

Как видно, и в дебите источников суточный ход явно проявляется.

И так, можно **заключить**, что в формировании суточного хода стока малых горных рек, в период отсутствия снега и ледника в их бассейне, значима роль конденсации влаги в грунте и пустотах водосбора. При этом в низкогорных реках вечерний минимум суточного хода образуется в результате испарения, а максимум в первой половине дня – ночной и утренней конденсацией. В более крупных реках такой суточный ход может быть сдвинут на более поздние сроки. На р. Головная этот сдвиг составил полсутки, с минимумом к полудню и максимумом к концу дня.

В заключении отмечу, что эту статью посвящаю светлой памяти известных гидрометеорологов Средней Азии – Петра Михайловича Машукова и Евгения Михайловича Козика.

ЛИТЕРАТУРА

- Аполлов Б.А.* Учение о реках. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 423 с.
- Бабушкин Л.Н.* Основы агрометеорологии в Узбекистане. – Ташкент: Узгидромет, 2004. – 288 с.
- Козик Е.М.* Мерзлота в верховьях горных рек и ее роль в суточных колебаниях расходов воды // Метеорология и гидрология. – №7. – 1964. – С. 20-21.
- Лебедев А.Ф.* Почвенные и грунтовые воды. – М. – Л.: Изд-во. АН СССР, 1936.
- Материалы наблюдений горностокковой станции Кызылча.* – Ташкент: Узгидромет, 1973. – Вып. 1, кн 2. – 237 с.
- Машуков П.М.* Суточный ход уровня на малых горных реках как новый источник гидрологической информации // Тр. САНИГМИ. – Вып. 32(47), 1968. – С. 34-41.
- Роде А.А.* Водный режим почв и его регулирование. – М.: Изд-во. АН СССР, 1963. – 112 с.
- Роде А.А.* Вопросы водного режима почв. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 213 с.
- Худяев И.Е., Колотильщикова В.К.* Заметка об опытах по изучению конденсации влаги в известняковых наносах южного берега Крыма / Материалы Центрального н.-и. геолого-разведочного института. Сб. 4. Работы Крымской оползневой станции. – Л.: ОНТИ-НКТП, 1934. – С. 53-56.
- Kamalov B.A., Abduraxmonov S.T.* On the formation of soil moisture // European Science Review. – № 11. – 2016. – P. 34-36.

**КИЧИК ДАРЁЛАР ОҚИМИНИНГ СУТКАЛИК ЎЗГАРИШИДА БУҒЛАНИШ
ВА КОНДЕНСАЦИЯНИНГ РОЛИ ҲАҚИДА****Б.А. КАМАЛОВ¹**¹ Наманган давлат университети, камолов-1942@инбох.ру

Аннотация. Маълумки, кичик тоғ дарёлари оқими миқдорининг сутка давомида ўзгариши кун давомида ҳаво ҳароратининг ўзгариши натижасида қор ва муз эриши жадаллигининг ўзгариши билан боғлиқ. Бироқ, кичик тоғ дарёларида сув оқимининг сутка давомида ўзгариши уларнинг сув тўплаш ҳавзаларидаги қор қопламаниннг ёз охирига бориб бутунлай эриб кетгандан кейинги даврларида ҳам қузатилади. Баъзи тадқиқотчилар бу ҳодисани абадий музлоқ ерлар мавжудлиги, бошқалари – дарё суви юзасидан буғланиши билан изоҳлайди. Мақолада турли даврлар учун кичик тоғ дарёлари сув сатҳининг лимниграммаларини таҳлил қилиш асосида улар оқими кунлик ўзгаришининг шаклланиши дарё ўзанидаги сув юзасидан буғланиши ва ер ости бўшлиқларидаги конденсация натижасида юз бериши кўрсатилган. Шу билан бирга, паст тоғ дарёларида суткалик ўзгаришларнинг кечки минимуми буғланиши натижасида, максимуми эса куннинг биринчи ярмида тунги ва эрталабки конденсация натижасида ҳосил бўлади. Каттароқ дарёларда бу кунлик ўзгариш кейинги соатларга сурилиши мумкин. Головная дарёсида бундай сурилиш ярим суткани ташкил этиб, унинг минимум қиймати куннинг ярмигача, максимуми эса куннинг охирида қузатилади.

Калит сўзлар: оқимнинг сутка давомида ўзгариши, буғланиши, ер ости сувлари, конденсация, ҳаво ҳарорати, эриши жадаллиги, инфильтрация.

**ON THE ROLE OF EVAPORATION AND CONDENSATION
IN THE DAILY FLOW OF SMALL RIVERS****B.A. KAMALOV¹**¹ Namangan State University, kamolov-1942@inbox.ru

Abstract. As is known, the daily runoff of small rivers is usually associated with a change in the intensity of melting of snow and ice as a result of fluctuations in air temperature during the day. However, on small mountain rivers, the diurnal variation is observed in late summer, when the last snowfields have long melted in their catchments. Some researchers explained this phenomenon by the presence of permafrost, others – by evaporation from the water surface of streams. In the article, as a result of the analysis of the limnograms of the water level of small mountain rivers for different periods, the importance of condensation in the formation of the daily variation in their flow is noted. At the same time, in low-mountain rivers, the evening minimum of the daily cycle is formed as a result of evaporation, and the maximum in the first half of the day is formed by night and morning condensation. In larger rivers, this daily variation can be shifted to a later date. On the river Golovnaya the head shift was half a day, with a minimum by noon and a maximum by the end of the day.

Keywords: daily runoff, evaporation, groundwater, condensation, air temperature, thawing rate, infiltration.

REFERENCES

- Apollov B.A.* Uchenie o rekax [Teaching about rivers]. – M.: Izd-vo MGU, 1963. – 423 s. (in Russian)
- Babushkin L.N.* Osnovy agrometeorologii v Uzbekistane [Fundamentals of agrometeorology in Uzbekistan]. – Tashkent: Uzgidromet, 2004. – 288 s. (in Russian)
- Kozik Ye.M.* Merzlota v verxovyax gornyx rek i yego rol v sutochnyx kolebaniyax rasxodov vody. [Permafrost in the upper reaches of mountain rivers and its role in daily fluctuations in water consumption] // *Meteorologiya i gidrologiya*. – №7. – 1964. – S. 20-21. (in Russian)
- Lebedev A.F.* Pochvennye i gruntovye vody [Soil water and groundwater]. – M. – L.: Izd-vo AN SSSR, 1936. (in Russian)
- Materialy nablyudeniya gornostokovoy stantsii Kyzylcha* [Materials of observations of mountain runoff station Kyzylcha]. – Tashkent: Uzgidromet, 1973.– Vyp. 1, kn 2. – 237 s. (in Uzbek)
- Mashukov P.M.* Sutochniy xod urovnya na malyx gornyx rekax kak noviy istochnik gidrologicheskoy informatsii. [Daily Level Variation in Small Mountain Rivers as a New Source of Hydrological Information] // *Tr. SANIGMI*.– Vyp. 32(47), 1968. –S. 34-41. (in Russian)
- Rode A.A.* Vodniy rejim pochv i yego regulirovanie [Soil water regime and its regulation]. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1963. – 112 s. (in Russian)
- Rode A.A.* Voprosy vodnogo rejima pochv [Questions of the water regime of soils]. – L.: Gidrometeoizdat, 1978. –213 s. (in Russian).
- Xudyaev I.E., Kolotilshikova V.K.* Zаметка ob opytax po izucheniyu kondensatsii vlagi v izvestnyakovyx nanosax yujnogo berega Kryma [A note on experiments on the study of moisture condensation in limestone deposits of the southern coast of Crimea] // *Materialy Tsentralnogo n.-i. geologo-razvedochnogo instituta. Sb. 4. Raboty Krymskoy opolznevoy stantsii*. – L.: ONTI-NKTP, 1934. – S. 53-56. (in Russian)

УДК: 551.48

ИҚЛИМ ҶЗГАРИШИ ШАРОИТИДА ТОҒ ДАРЁЛАРИНИ ТҶЙИНИШ МАНБАЛАРИГА КҶРА ТАСНИФЛАШ МЕЗОНЛАРИ ҶЗГАРИШЛАРИНИ БАҲОЛАШ

Н.Б. ЭРЛАПАСОВ^{1*}, Ш.Р. ҒАНИЕВ²

¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ҷзбекистон Миллий университети, erlapasov88@mail.ru

² Шароф Рашидов номидаги Самарқанд давлат университети, ganiyevshahob88@gmail.com

Аннотация. Мақола, иқлим Ҷзгариши шароитида, тоғ дарёларини тўйиниши манбаларига кўра таснифлаш, яъни уларни типларга ажратиши мезонларидаги миқдорий Ҷзгаришларни баҳолаш масалаларига бағишланган. Шу мақсадда Амударё ва Сирдарёнинг Ҷзбекистон ва унга туташ тоғли ҳудудлардаги ирмоқлари танлаб олинди. Ҳар бир дарёнинг В.Л.Шульц таклиф этган мезонлари, жумладан, Шульц коэффициенти (δ), июль-сентябрь ойлари оқимининг йиллик оқимга нисбатан нисбий миқдорлари (W_{VII-IX} , %) ва сув энг кўп бўладиган ойлари биринчи базавий (ББИД, 1961-1990 йй.) ҳамда жорий (ЖИД, 1991-2019 йй.) иқлимий даврлар учун аниқланган. Ҳисоблашлар натижалари илгари амалга оширилган тадқиқотларда келтирилган маълумотлар билан таққосланган. Натижада ўрганилган дарёларда сув энг кўп бўладиган ойларнинг ҳамда тўйиниши манбалари бўйича типларининг Ҷзгармаганлиги, лекин δ нинг маълум қийматларда Ҷзгарганлиги аниқланган.

Калит сўзлар: тоғ дарёлари, сув сарфи, оқим миқдори, тўйиниши манбалари, таснифлаш мезонлари, Шульц коэффициенти, Ҷзгаришлар, миқдорий баҳолаш.

Кириш. Дарёлар тўйинишининг асосий манбаи атмосфера ёғинларидир. Ёмғир кўринишида тушган ёғинларнинг ер сиртига шимилиш ва буғланишга сарфланишидан қолган қисми юза оқимни ҳосил қилади ва дарёлар тўйинишининг бевосита манбаи бўлади. Агар ёғин қор кўринишида ёғса, у ер сиртида йиғилиб, ҳаво ҳарорати кўтарилгач, эрий бошлайди. Қорнинг эришидан ҳосил бўлган сувлар ҳам дарёлар тўйинишида қатнашади. Баланд тоғли ҳудудларга ёққан қор бир ёз мавсумида эриб улгурмайди, натижада у ерлардаги қор захирасини бойитади, доимий қорликлар ва музликларни тўйинтиради. Баланд тоғлардаги ана шу асрий қорликлар ва музликлар суви дарёлар тўйинишининг яна бир манбаи ҳисобланади [Шульц, 1965; Щеглова, 1960; Хикматов ва бoшq., 2017].

Ёмғир сувлари ҳамда қор ва музликларнинг эришидан ҳосил бўлган сувларнинг бир қисми ер остига сизилиб, грунт ва ер ости сувларига кўшилади. Ер ости ва грунт сувлари ҳам дарё Ҷзани томон ҳаракатланиб, дарёларда доимий сув бўлишини таъминлайди. Демак, дарёлар тўйинишининг ёмғир сувлари, қор қопламининг эришидан ҳосил бўлган сувлар, музликларнинг эришидан ҳосил бўлган сувлар ва ер ости сувларидан иборат тўрт манбаи мавжуд. Ушбу манбалардан ҳосил бўлиб, дарёларга кўшиладиган сув миқдорлари турли дарёларда турлича қийматларга эга бўлади. Бу миқдорлар, дарё ҳавзасининг иқлим шароитига боғлиқ ҳолда, аввало йиллараро, қолаверса, йил фасллари бўйича Ҷзгариб туради [Хикматов ва бoшq., 2017].

Бугунги кунда, яъни иқлим Ҷзгариши шароитида, дарёларнинг умумий оқимида турли тўйиниш манбаларининг кўшган ҳиссаларини миқдорий баҳолаш масалалари тоғли ҳудудлар гидрологияси илмий йўналишида долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Шу туфайли дарёларнинг тўйиниш манбаларини аниқлаш масалаларига, хорижлик олимлардан Thomas C. Winter, Judson W. Harvey, O. Lehn Franke, William M. Alley, собик

* Масъул муаллиф: erlapasov88@mail.ru, тел.: +998 93 669-86-44

Иттифоқ ва МДХ мамлакатлари олимларидан М.И.Львович, Ф.А.Макаренко, К.П.Воскресенский, Б.И.Куделин, М.Н.Большаков, Е.М.Козик, Г.П.Калинин, Т.С.Абальян, О.В.Попов, А.З.Амусья, Н.С.Ратнер, А.Т.Ильясов, А.Н.Важнов ва бошқаларнинг тадқиқотлари бағишланган [Шульц, 1965; Xikmatov va boshq., 2017; Эрлапасов, 2022].

Мамлакатимизда дарёларнинг тўйиниш манбаларини ўрганиш билан боғлиқ илк тадқиқотлар Э.М.Ольдекоп, Л.К.Давыдов, В.Л.Шульц, З.В.Джоржио, О.П.Шеглова, А.И.Ильин ва бошқалар томонидан амалга оширилган. Ҳозирги кунга келиб, мазкур муаммога бағишланган тадқиқотлар В.Е.Чуб, Э.И.Чембарисов, Б.К.Царев, Ф.Х.Ҳикматов, С.В.Мягков, Т.А.Аҳмедова, Ф.Я.Артикова, Б.Е.Аденбаев, Ғ.Х.Юнусов, Д.В.Назаралиев, Ғ.У.Юсупов, Ф.А.Гаппаров, К.Р.Рахмонов, С.А.Хайдаров, Д.М.Турғунов ва бошқалар томонидан давом эттирилмоқда [Шульц, 1965; Шеглова, 1960; Эрлапасов, 2022]. Бироқ, юқорида номлари келтирилган олимлар томонидан амалга оширилган изланишларда дарёларни тўйиниш манбалари бўйича таснифлаш мезонларининг охириги ўн йилликлардаги ўзгаришлари алоҳида тадқиқот объекти сифатида кўриб чиқилмаган.

Мазкур тадқиқот ишининг **асосий мақсади**, иқлим ўзгариши шароитида, дарёларни тўйинишига кўра типларга ажратишнинг В.Л.Шульц [Шульц, 1965] томонидан қабул қилинган мезонлари миқдорий ўзгаришларини баҳолашга қаратилган. Шу мақсадда ишда қуйидаги **вазифалар** белгиланди: 1) таянч тадқиқот объектлари сифатида табиий гидрологик режимли дарёларни танлаш; 2) дарёларда жойлашган гидрологик постларда ўлчанган сув сарфлари маълумотларини тўплаш, уларни бирламчи қайта ишлаш, умумлаштириш; 3) дарёларни тўйинишига кўра турли типларга ажратиш имконини берадиган мезонларни, яъни Шульц коэффициенти (δ), июль-сентябрь ойларидаги оқим ҳажми (W_{VII-IX} , %), йиллик оқимнинг энг катта қисми оқиб ўтадиган ойларни ББИД ва ЖИДлар учун аниқлаш; 4) ҳисоблашлар натижаларини илгари амалга оширилган тадқиқотлар маълумотлари билан таққослаш; 5) дарёларни тўйиниш манбаларига кўра таснифлаш имконини берадиган мезонлардаги ўзгаришларни баҳолаш.

Ишда **тадқиқот объекти** сифатида Ўзбекистон ва унга туташ тоғли ҳудудлардаги дарёлар, жумладан, Амударё ва Сирдарёнинг табиий гидрологик режимли ирмоқлари танлаб олинди. Дарёларни тўйинишига кўра типларга ажратиш мезонларидаги миқдорий ўзгаришларни баҳолаш масалалари ишнинг **тадқиқот предметини** белгилайди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Дарёларни тўйиниш манбалари бўйича таснифлаш, яъни уларни маълум мезонлар асосида тегишли гуруҳларга ажратиш, дарёлар сув ресурсларидан самарали фойдаланишни ташкил этишда муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга. Юқорида қайд этилганидек, Ўрта Осиё дарёларини тўйиниш манбалари бўйича таснифлаш масалалари билан дастлаб В.Г.Глушков, Э.М.Ольдекоп, Л.К.Давыдов, кейинчароқ эса В.Л.Шульц, О.П.Шеглова, М.Н.Большаков ва бошқа олимлар шуғулланганлар. Масалан, В.Г.Глушков томонидан илк бор дарё оқимига турли манбаларнинг қўшган ҳиссаларини аниқлашга имкон берадиган усул ишлаб чиқилган. Ушбу усулни қўллаш асосида у дарёларнинг тўйиниш манбалари бўйича таснифлаш тамойилларига асос солган [Шульц, 1965; Шеглова, 1960; Xikmatov va boshq., 2017].

Маълумки, дарёларда максимал сув сарфларининг ўтиш муддатлари ҳам уларнинг қандай манбалар ҳисобига тўйинишидан дарак беради. Дарёларнинг тўйиниш манбаларини ўрганишга қаратилган бундай илмий ва амалий ёндашув дастлаб Э.М.Ольдекоп, кейинчалик В.Л.Шульц томонидан қўлланилган [Шульц, 1965]. Натижада В.Л.Шульц, кўпроқ ер ости сувларидан тўйинувчи кичик дарёларни ҳисобга олмаган ҳолда, Ўрта Осиё дарёларини тўйиниш манбаларига кўра, қуйидаги тўрт турга ажратган: музлик-қор сувларидан тўйинадиган дарёлар; қор-музлик сувларидан тўйинадиган дарёлар; қор сувларидан тўйинадиган дарёлар; қор-ёмғир сувларидан тўйинадиган дарёлар.

Ушбу таснифда В.Л.Шульц, ўрганилаётган дарёнинг қайси типга мансублигини

аниқлашда, қуйидаги мезонлардан фойдаланишни тавсия этган: 1) дарёда сув энг кўп бўладиган ойлар; 2) дарёнинг йиллик оқимига нисбатан, қор-музлик сувларидан ҳосил бўладиган, ёзги тўлинсув давридаги оқим миқдори (W_{VII-IX} , %); 3) ёзги тўлинсув давридаги оқим миқдори (W_{VII-IX})нинг қор сувларидан ҳосил бўлган баҳорги тўлинсув давридаги оқим миқдори (W_{III-VI}) га нисбати, яъни Шульц коэффициенти $\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$.

Мазкур ишнинг мақсадидан келиб чиқиб, юқорида қайд этилганидек, тадқиқотда танлаб олинган дарёларнинг ҳар бири учун В.Л.Шульц таснифида қабул қилинган мезонларнинг қийматлари биринчи базавий иқлимий давр (ББИД, 1961-1990 йй.) ҳамда жорий иқлимий давр (ЖИД, 1991-2019 йй.) учун ҳисобланди (1-жадвал).

Жадвал маълумотлари таҳлилларининг кўрсатишича, ББИДда Амударё ҳавзасига тегишли бўлган Зарафшон (Дупули) дарёсида В.Л.Шульц коэффициентининг қиймати $\delta=1,65$ ни ташкил этган. Ушбу иқлимий даврда дарёда кузатилган $4841,4 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ ҳажмдаги ўртача кўп йиллик оқим миқдорининг 53,4 фоизи ёки $2585,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ ҳажмдаги қисми июль-сентябрь ойларига тўғри келган. Дарёда энг катта оқим ҳажми июль ойида кузатилган бўлиб, бу ойда йиллик оқимнинг 24,8 фоизи ($1200,7 \cdot 10^6 \text{ м}^3$) оқиб ўтган.

Мазкур дарёда В.Л.Шульц коэффициентининг ЖИД учун аниқланган қиймати $\delta=2,13$ га тенг бўлди. Ушбу ҳисоб даврида дарёдан оқиб ўтган $5094,8 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ ҳажмдаги ўртача кўп йиллик оқимга нисбатан июль-сентябрь ойларида қайд этилган оқим миқдори 56,5 фоизга ёки $2878,6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ га тенг бўлган. Мазкур даврда йиллик оқимга нисбатан энг катта оқим миқдори ($1221,1 \cdot 10^6 \text{ м}^3$) 24 фоизга тенг бўлиб, июль ойида кузатилган.

Бу ерда яна бир муҳим масалага эътибор қаратиш лозим: юқорида келтирилган рақамлардан кўришиб турибдики, ЖИДда Зарафшон дарёси оқими миқдори ББИДга қараганда $253,4 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ (ёки 5,2%)га кўп бўлган. Ушбу рақамни Зарафшон дарёси сувидан фойдаланадиган барча вилоятлардаги сув хўжалиги ва иқтисодиёт тармоқлари ишини режалаштириш ва ташкил этишда ҳисобга олиш лозим.

ББИДда Шульц коэффициентининг Амударё ҳавзасидаги Яккабоғдарё, Шерободдарё, Жиннидарё, Танхоздарё, Тўпалангдарёлар учун аниқланган қийматлари $0,43 \div 0,26$ оралиқда ўзгарди (1-жадвал). Маълумки, В.Л.Шульц таснифи мезонларига кўра, δ нинг ушбу рақамлари, юқорида санаб ўтилган дарёларнинг тўйинишига кўра, қор-муз сувларидан тўйинувчи дарёлар типига киришидан дарак беради. Лекин, Шерободдарё ва Жиннидарё ҳавзаларининг музликлардан ҳоли эканлиги ҳаммага маълум. Қизиқ жойи шундаки, мазкур дарёларда, Жиннидарёдан ташқари, иккинчи мезон, яъни сув энг кўп бўладиган ойларнинг ҳам май-июнь ойларига тўғри келиши ҳам, гўёки, уларнинг қор-муз сувларидан тўйинувчи типга мансуб қилиб кўрсатади. ЖИДда Шульц коэффициентининг ҳисобланган қийматлари $0,23 \div 0,51$ оралиқда ўзгарса, дарёларда (Жиннидарёдан ташқари) сув энг кўп бўладиган ойлар, юқоридаги каби, май-июнь ойларига тўғри келади.

Ҳавзадаги Ўрадарё, Қоратоғдарё, Сангардак дарёларида ББИД учун аниқланган Шульц коэффициенти (δ)нинг қийматлари $0,22 \div 0,24$ оралиқда ўзгаради. Ушбу рақамлар мазкур дарёларнинг В.Л.Шульц таснифи бўйича қор сувларидан тўйинувчи дарёлар типига мансублигидан дарак беради. Уларда оқим миқдорлари энг катта қийматларининг апрел-май ойларига тўғри келиши, юқорида билдирилган фикрларни яна бир бор тасдиқлайди. ЖИДда δ нинг ўзгариш қийматлари $0,21 \div 0,25$ оралиқни ташкил этади. Шунингдек, энг катта оқим миқдорлари кузатиладиган ойлар ҳам ўзгаришсиз қолади.

Ҳисоблашлар натижаларига кўра, Шульц коэффициентининг $\delta \leq 0,17$ шартини бажарадиган қийматлари қор-ёмғир сувларидан тўйинадиган Қашқадарё, Кичик Ўрадарё, Халқажар ҳамда Ўрта Зарафшон ҳавзасининг Ургутсой, Оқдарё ва Бегларсой дарёларига тўғри келди. Ҳар икки ҳисоб даври учун биз аниқлаган мезонлар қийматларига кўра, ушбу дарёлар В.Л.Шульцдаги каби, қор-ёмғир сувларидан тўйинувчи дарёлар типига мансублигича қолди (1-жадвал).

1-жадвал

Дарёларни таснифлашда В.Л.Шульц қабул қилган
мезонларни турли иқлимий даврлар учун аниқлаш натижалари

Таблица 1

Результаты определения критериев, принятых В.Л.Шульцем
при классификации рек для разных климатических периодов

Table 1

The results of determining of the criteria adopted by V.L.Shults
for the classification of rivers for different climatic periods

Т.р.	Дарёлар	ББИД			ЖИД			Тўйиниш типи ⁴
		1	2	3	1	2	3	
<i>Амударё ҳавзаси</i>								
1	Тўпаланг - Зарчўп	0,43	26,8	V-VI	0,51	29,9	V-VI	ҚМ
2	Қоратоғдарё - қуйилиши	0,24	14,9	IV-V	0,25	16,2	IV-V	Қ
3	Сангардак - Кенггузар қ.	0,22	15,4	IV-V	0,21	15,6	IV-V	Қ
4	Халқажар - Бозоржой қ.	0,10	7,97	IV-V	0,12	9,25	IV-V	ҚЁ
5	Шеробод - Дарбант қ.	0,26	17,8	V-VI	0,50	25,1	V-VI	ҚМ
6	Қашқадарё - Варганза қ.	0,15	10,2	III-IV	0,13	8,34	III-IV	ҚЁ
7	Жиннидарё - Жоус қ.	0,37	18,9	IV-V	0,23	13,1	IV-V	ҚМ
8	Оқсув - Хисорак	0,68	34,5	VI- VII	0,62	32,8	VI- VII	ҚМ
9	Танҳоздарё - Каттагон қ.	0,29	20,3	V-VI	0,25	18,4	V-VI	ҚМ
10	Яккабоғдарё - Татар қ.	0,39	24,8	V-VI	0,42	27,3	V-VI	ҚМ
11	Ўрадарё - Бозортепа қ.	0,24	15,4	IV-V	0,25	15,5	IV-V	Қ
12	Кичик Ўрадарё - Гумбулоқ қ.	0,07	5,37	III-IV	0,09	7,03	IV-V	ҚЁ
13	Зарафшон - Дупули қ.	1,65	53,4	VII-VIII	2,13	56,6	VII-VIII	МҚ
14	Ургут - Ургут ш.	0,14	10,2	IV-V	0,18	11,2	IV-V	ҚЁ
15	Омонқўтонсой - Омонқўтон қ.	0,20	12,6	III-IV	0,21	12,7	IV-V	ҚЁ
16	Оқдарё - Оғалик қ.	0,05	3,51	III-IV	0,09	5,10	III-IV	ҚЁ
17	Бегларсой - Янги Ақчоб қ.	0,07	5,33	III-IV	0,18	11,2	III-IV	ҚЁ
<i>Сурдарё ҳавзаси</i>								
18	Сўх - Сариканда қ.	2,62	61,5	VII-VIII	2,39	60,4	VII-VIII	МҚ
19	Кўксув - Қурбонқўл	1,25	34,3	VII-VIII	0,98	35,5	VI-VII	ҚМ
20	Ғовасой - Ғова қ.	0,24	16,8	V-VI	0,21	15,1	V-VI	Қ
21	Оҳангарон - Ертош д.к.	0,16	12,2	IV-V	0,14	11,4	IV-V	ҚЁ
22	Чотқол - Худойдотсой д.к.	0,51	28,8	V-VI	0,48	27,2	V-VI	ҚМ
23	Чиралма - қуйилиши	0,45	26,5	V-VI	0,41	25,7	V-VI	ҚМ
24	Писком - Муллала қ.	0,79	37,5	VI-VII	0,74	36,2	VI-VII	ҚМ
25	Ойгаинг - қуйилиши	1,06	43,5	VI- VII	0,93	41,2	VI- VII	ҚМ
26	Майдонтал - қуйилиши	0,97	0,42	VI-VII	0,84	0,39	VI-VII	ҚМ
27	Угом - Хўжакент қ.	0,33	20,4	V-VI	0,30	19,0	IV-V	ҚМ
28	Зоминсув - Дуаба қ.	0,51	25,3	V-VI	0,57	27,8	V-VI	ҚМ
29	Сангзор - Қирқ қ.	0,20	12,4	IV-V	0,19	11,9	IV-V	Қ

Изоҳ: 1 – Шульц коэффициенти (δ); 2 – июль-сентябрдаги оқим ҳажми (W_{VII-IX} , %); 3 – оқим миқдори энг кўп бўладиган ойлар; 4 – тўйиниш тип: МҚ – музлик-қор, ҚМ – қор-музлик, Қ – қор, ҚЁ – қор-ёмғир.

Примечание: 1 – коэффициент Шульца (δ); 2 – объем стока в июле-сентябре (W_{VII-IX} , %); 3 – месяцы с максимальным стоком; 4 – тип питания: МҚ – ледниково-снеговое, ҚМ – снегово-ледниково, Қ – снеговое, ҚЁ – снегово-дождевое.

Note: 1 – Shults coefficient (δ); 2 – flow volume in July-September (W_{VII-IX} , %); 3 – months with the highest volume of flow; 4 – type of feeding: МҚ – glacier-snow, ҚМ – snow and ice, Қ – snow, ҚЁ – snow and rain.

Дарёларни В.Л.Шульц таснифи бўйича типларга ажратиш мезонларини турли иқлимий даврлар учун аниқлашнинг юқорида келтирилган кетма-кетлик асосида бажарилган ҳисоблашлари ва уларнинг таҳлиллари Сирдарё ҳавзаси дарёлари мисолида ҳам амалга оширилди (1-жадвал).

Тадқиқот жараёнида амалга оширилган ҳисоблашлар натижалари илгари амалга оширилган тадқиқотлар, жумладан, "Ресурсы поверхностных вод СССР" [Ресурсы, 1969; Ресурсы, 1971] ҳамда В.Е.Чуб [Чуб, 2007] маълумотлари билан таққосланди (2-жадвал).

Жадвалда келтирилганидек, Амударёнинг йирик ирмоқларидан бири – Сурхондарё ҳавзасидаги Сангардак дарёсида В.Л.Шульц коэффиенти (δ)нинг қиймати "Ресурсы ..." маълумотларига кўра $\delta=0,26$ га, В.Е.Чуб маълумоти бўйича $\delta=0,25$ га тенг бўлган. Ҳисоблашларимиз натижалари эса унинг қиймати ББИД да $\delta=0,22$ га ҳамда ЖИДда $\delta=0,21$ га тенглигини кўрсатди. Демак, δ нинг бу қийматлари ундаги маълум ўзгаришларнинг далилидир. Шунга ўхшаш ҳолатларни Қашқадарё ва Танхоздарёда ҳам кўришимиз мумкин. Шульц коэффиентининг қиймати ББИДда Қашқадарёда $\delta=0,15$ га, Танхоздарёда $\delta=0,29$ га, ЖИД да эса, мос равишда, 0,13 ва 0,25 га тенг бўлган.

Шульц коэффиентини Сирдарё ҳавзаси дарёлари мисолида бажарилган ҳисоблашлар натижалари таҳлилларининг кўрсатишича, кўпчилик ҳолатларда δ нинг ЖИД учун аниқланган қийматлари ББИДга нисбатан бирмунча камайган. Хусусан, Сўх дарёсида ушбу коэффиентнинг қиймати ББИДда $\delta=2,62$ га тенг бўлса, ЖИДда $\delta=2,39$ ни ташкил этган. Шунга ўхшаш ҳолатларни Сирдарё ҳавзасига тегишли бўлган Писком, Чотқол, Угом, Санзор каби дарёлар мисолида ҳам кўришимиз мумкин (2-жадвал).

Тадқиқотда олинган натижалар таҳлилларини умумлаштириб, **хулоса** сифатида қуйидагиларни қайд этиш лозим.

1. Дарёларнинг тўйинишига кўра турли типларга ажратиш мақсадида В.Л.Шульц томонидан таклиф этилган мезонлар, жумладан, Шульц коэффиенти (δ), июль-сентябрь ойларидаги оқим ҳажми (W_{VII-IX} , %) ва дарё оқими энг катта бўлган ойлар ББИД ҳамда ЖИДлар учун аниқланди. Натижада ўрганилган дарёларда сув энг кўп бўладиган ойларнинг ҳамда тўйиниш манбалари бўйича улар типларининг ўзгармаганлиги, лекин, δ нинг маълум қийматларда ўзгарганлиги кўрсатиб берилди.

2. Тоғ дарёларини тўйиниш манбалари бўйича таснифлашнинг асосий мезонларидан бири – Шульц коэффиенти (δ)нинг қийматлари ББИД ҳамда ЖИДлар учун ҳисобланди. Олинган натижалар ўзаро ҳамда илгари бажарилган тадқиқотлар маълумотлари билан таққосланди.

3. Таҳлилларнинг кўрсатишича, Шеробод (Дарбант) ва Зарафшон (Дупули) дарёларини ҳисобга олмаганда, δ нинг қийматларида кескин ўзгаришлар аниқланмаган. Масалан, Сурхондарёнинг ўнг ирмоғи – Сангардак дарёсида Шульц коэффиентининг қийматлари "Ресурсы ..." маълумотларига кўра $\delta=0,26$ га, В.Е.Чуб маълумоти бўйича $\delta=0,25$ га тенг бўлса, ББИДда $\delta=0,22$ га, ЖИДда эса $\delta=0,21$ га тенг бўлди. Ушбу коэффиентнинг энг кичик қийматлари ($\delta \leq 0,17$) Ўрта Зарафшон ҳавзасидаги Оқдарё ва Бегларсойга ҳамда Қашқадарё ҳавзаси дарёларига тўғри келган.

Муаллифларнинг ҳиссаси: **Н.Б. Эрлапасов:** мақола ғоясини аниқлаштириш, методология, объектни танлаш, натижалар таҳлили, натижаларни текшириш, масъул; **Ш.Р. Ғаниев:** мақола ғоясини қўллаб қувватлаш, натижалар таҳлили, уларни умумлаштириш, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш.

Мақолани тайёрлашда яқиндан ёрдам берган ва илмий маслаҳатларини аямаган устозимиз, **г.ф.д., проф. Ф.Ҳикматовга** ўз миннатдорчилигимизни билдирамыз.

Муаллифлар қўлёзманинг нашрга тавсия этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

2-жадвал

**Шульц коэффиценти (δ) қийматларини
илгари бажарилган тадқиқотлар натижалари билан таққослаш**

Таблица 2

**Сравнение значений коэффициента Шульца (δ)
с результатами предыдущих исследований**

Table 2

Comparison of Schults coefficient (δ) values with the results of previous studies

Т.р.	Дарё	1	2	3	4
<i>Амударё ҳавзаси</i>					
1	Тўпаланг	0,47	0,47	0,43	0,51
2	Сангардак	0,26	0,25	0,22	0,21
3	Халқажар	0,10	0,12	0,10	0,12
4	Қоратоғдарё	0,57	0,22	0,24	0,25
5	Шеробод.	0,26	0,30	0,26	0,50
6	Қашқадарё	0,18	0,16	0,15	0,13
7	Жиннидарё	0,26	0,33	0,37	0,23
8	Оқсув	*	0,67	0,68	0,62
9	Танҳождарё	0,38	0,29	0,29	0,25
10	Яккабоғдарё	0,46	0,44	0,39	0,42
11	Ўрадарё	0,30	0,25	0,24	0,25
12	Кичик Ўрадарё	0,05	0,13	0,07	0,09
13	Зарафшон	1,84	*	1,65	2,13
14	Ургут	0,23	0,181	0,14	0,18
15	Омонқўтонсой	0,18	0,210	0,20	0,21
16	Оқдарё	*	0,069	0,05	0,09
17	Бегларсой	*	*	0,07	0,18
<i>Сирдарё ҳавзаси</i>					
18	Сўх	2,50	*	2,62	2,39
19	Кўксув	1,14	*	1,25	0,98
20	Ғовасой	0,27	0,25	0,24	0,21
21	Оҳангарон	0,17	0,14	0,16	0,14
22	Чотқол	0,69	0,52	0,51	0,48
23	Чиралма	*	0,47	0,45	0,41
24	Писком	0,80	0,81	0,79	0,74
25	Ойгаинг	1,11	1,09	1,06	0,93
26	Майдонтоғ	1,01	1,00	0,97	0,84
27	Угом	0,35	0,34	0,33	0,30
28	Зоминсув	0,52	0,55	0,51	0,57
29	Сангзор	0,26	0,22	0,20	0,19

Изоҳ: 1 - "Ресурсы..."(1971) да келтирилган маълумотлар; 2 - В.Е. Чуб (2007) маълумотлари; 3 - муаллифлар томонидан ББИД ва 4 - ЖИД учун аниқланган маълумотлар; * - бўли каталар δ ҳисобланмаганлигини кўрсатади.

Примечание: 1 – данные из "Ресурсы..." (1971 г.); 2 – данные В.Е. Чуба (2007); 3 - данные авторов для ПБКП и 4 - ТКП; * - пустые ячейки означают, что δ не рассчитывался.

Note: 1 - information given in "Resource..." (1971); 2 - V.E. Chub (2007) data; 3 - by the author ББИД and 4 - the information determined for the ЖИД; * - empty cells indicate that δ has not been calculated.

АДАБИЁТЛАР

Аламанов С.К., Лелевкин В.М., Подрезов О.А. и др. Современные изменения климата и водные проблемы Центральной Азии. – Москва-Бишкек: WWF России, 2006. – 182 с.

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

Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии. – М.: «Академия», 2008. – 320 с.

Воейков А.И. Избранные сочинения. Т. 1. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 750 с.

Глушков В.Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 414 с.

Зияев Р.Р. Зарафшон ҳавзаси дарёлари сув режими фазаларининг иқлим ўзгариши шароитидаги силжишлари. География фанлари бўйича фалсафа доктори PhD. ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2021. – 48 б.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Средняя Азия. Вып. 3. Бассейн реки Амударья. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 471 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Средняя Азия. Вып. 3. Бассейн реки Сырдарья. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 440 с.

Тургунов Д.М. Ўрта Осиё тоғ дарёларида кам сувли йиллар ва уларни шакллантирувчи иқлимий шароитлар. География фанлари бўйича фалсафа доктори PhD. ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2019. – 48 б.

Ҳайдаров С.А. Зарафшон ҳавзаси дарёлари сув ресурсларининг шаклланишига иқлимий омилларнинг таъсири баҳолаш. География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2018. – 48 б.

Ҳикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Ҳақимова З.Ф., Зияев Р.Р., Эрлапасов Н.Б. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. Монография. – Ташкент: “Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи”, 2020. – 232 б.

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

Ширинбоев Д.Н. Зарафшон дарёси сув режимининг антропоген омиллар таъсирида ўзгариши. География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2021. – 48 б.

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 695 с.

Щеглова О.П. Питание рек Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1960. – 243 с.

Эрлапасов Н.Б. Тоғ дарёларининг ер ости сувлари ҳисобига тўйиниши хусусиятлари. География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2022. – 48 б.

Ҳикматов Ф.Х., ... Эрлапасов Н.Б., Ғаниев Ш.Р. ва бошқ. Зарафшон дарёси ҳавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари. Монография. – Тошкент: «Fan va texnologiya», 2016. – 276 б.

Xikmatov F., Aytbayev D.P., Adenbayev B.Ye., Pirnazarov R.T. Hidrologiyaga kirish. Darslik. – Toshkent: Universitet, 2017. – 200 b.

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ КРИТЕРИЕВ КЛАССИФИКАЦИИ
ГОРНЫХ РЕК ПО ИСТОЧНИКАМ ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТА**

Н.Б. ЭРЛАПАСОВ¹, Ш.Р. ГАНИЕВ²

¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, erlapasov88@mail.ru

² Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, ganiyevshahob88@gmail.com

Аннотация. *Статья посвящена вопросам оценки количественных изменений критериев классификации горных рек, т.е. разделения их по источникам питания в условиях изменения климата. Для этого были выбраны притоки Амударьи и Сырдарьи, расположенные в пределах Узбекистана и сопредельных горных территориях. Для каждой реки были определены критерии, т.е. предложенные В.Л.Шульцем коэффициент Шульца (δ), относительные от годовой величины стока за июль-сентябрь (W_{VII-IX} , %) и наиболее многоводные месяцы в первом базовом климатическом периоде (ПБКП, 1961-1990 гг.) и текущем климатическом периоде (ТКП, 1991-2019 гг.). Результаты расчетов сопоставлены с данными, представленными в предыдущих исследованиях. В результате выявлено, что как типы питания изученных рек, так и наиболее многоводные месяцы не изменялись, однако, значения δ изменялись в определенном незначительном интервале.*

Ключевые слова: *горные реки, расход воды, величина стока, источники питания, критерии классификации, коэффициент Шульца, изменения, количественная оценка.*

EVALUATION OF CHANGES IN THE CLASSIFICATION CRITERIA OF MOUNTAIN RIVERS BY FEEDING SOURCES UNDER CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

N.B. ERLAPASOV¹, SH.R. GANIYEV²

¹ National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, erlapasov88@mail.ru

² Samarkand State University named after Sharof Rashidov, ganiyevshaxob88@gmail.com

Abstract. *The article is devoted to the issues of assessing quantitative changes in the criteria for the classification of mountain rivers, i.e. separating them according to feeding sources in the context of climate change. For this, the tributaries of the Amudarya and Syrdarya, located within Uzbekistan and adjacent mountainous areas, were chosen. Criteria were defined for each river, i.e. Shults coefficient (δ) proposed by V.L.Shults, relative to the annual runoff for july-september (W_{VII-IX} , %) and the most abundant months in the first basic climatic period (FBCP, 1961-1990) and the current climatic period (CCP, 1991-2019). The calculation results are compared with the data presented in previous studies. As a result, it was found that both the types of feeding of the studied rivers and the most abundant months did not change, however, the values of δ changed in a certain insignificant interval.*

Keywords: *mountain rivers, water discharge, runoff value, feeding sources, classification criteria, Shults coefficient, changes, quantitative assessment.*

REFERENCES

Alamanov S.K., Lelevkin V.M., Podrezov O.A. i dr. Sovremennye izmeneniya klimata i vodnie problemi Sentralnoy Azii [Modern climate change and water problems in Central Asia.] – Moskva-Bishkek: WWF Rossii, 2006. – 182 s. (in Russian)

Bolshakov M.N. Vodnie resursi rek sovetского Tyan-shanya i metodi ix rascheta [Water resources of the rivers of the Soviet Tien Shan and methods for their calculation]. – Frunze: Ilim, 1974. – 306 s. (in Russian)

Vinogradov Yu.B., Vinogradova T.A. Sovremennye problemi gidrologii [Modern problems of hydrology]. – M.: «Akademiya», 2008. – 320 s. (in Russian)

Voyeykov A.I. Izbrannie sochineniya [Selected writings] T. 1. –M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1948. – 750 s. (in Russian)

Glushkov V.G. Voprosi teorii i metodi gidrologicheskix issledovaniy [Questions of theory and methods of hydrological research]. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – 414 s. (in Russian)

Ziyayev R.R. Zarafshon havzasi daryolari suv rejimi fazalarining iqlim o'zgarishi sharoitidagi siljishlari [Shift of the phases of the water regime of the rivers of the Zeravshan basin under the conditions of climate change]. Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori PhD. ... dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2021. – 48 b. (in Uzbek)

Resursi poverxnostnix vod SSSR [Resources of surface waters of the USSR]. Tom 14. Srednyaya Aziya. Vip. 3. Basseyn reki Amudari. – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 471 s. (in Russian)

Resursi poverxnostnix vod SSSR. Tom 14. Srednyaya Aziya Resources of surface waters of the USSR] Vip. 3. Basseyn reki Sirdarya. – L.: Gidrometeoizdat, 1969. – 440 s. (in Russian)

Turg'unov D.M. O'rta Osiyo tog' daryolarida kam suvli yillar va ularni shakllantiruvchi iqlimiy sharoitlar [Low water on the mountain rivers of Central Asia and the climatic conditions causing them]. Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori PhD. ... dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2019. – 48 b. (in Uzbek)

Haydarov S.A. Zarafshon havzasi daryolari suv resurslarining shakllanishiga iqlimiy omillarning ta'sirini baholash [Assessment of the role of climatic factors in the formation of water resources in the rivers of the Zeravshan basin]. Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ... dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2018. – 48 b. (in Uzbek).

Xikmatov F.X., Yunusov G.X., Haqimova Z.F., Ziyayev R.R., Erlapasov N.B. Zakonomernosti formirovaniya vodnix resursov gornix rek v usloviyax izmeneniya klimata. [Patterns of the formation of water resources of mountain rivers in the context of climate change]. Monografiya – Toshkent: "Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi", 2020. – 232 b. (in Russian)

Chub V.Ye. Izmeneniye klimata i yego vliyaniye na gidrometeorologicheskiye protsessi, agroklimaticheskkiye i vodnie resursi Respubliki O'zbekistan [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Toshkent: Voris-nashriyot, 2007. – 132 s. (in Russian)

Shirinboyev D.N. Zarafshon daryosi suv rejimining antropogen omillar ta'sirida o'zgarishi [Changes in the hydrological regime of the Zeravshan River under the influence of anthropogenic factors]. Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ... dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2021. – 48 b. (in Uzbek).

Shuls V.L. Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1965. – 695 s. (in Russian)

Sheglova O.P. Pitaniye rek Sredney Azii [Nutrition of the rivers of Central Asia]. – Toshkent: Izd-vo SAGU, 1960. – 243 s. (in Russian)

Erlapasov N.B. Tog' daryolarining yer osti suvlari hisobiga to'yinishi xususiyatlari. Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ... dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2022. – 48 b. (in Uzbek)

Hikmatov F.H., ... Erlapasov N.B., G'aniyev Sh.R. va boshq. Zarafshon daryosi havzasining gidrometeorologik sharoiti va suv resurslari [Hydrometeorological conditions and water resources of the Zarafshan river basin]. Monografiya. – Toshkent: «Fan va texnologiya», 2016. – 276 b. (in Uzbek)

Xikmatov F., Aytbayev D.P., Adenbayev B.Ye., Pirmazarov R.T. Gidrologiyaga kirish [Introduction to Hydrology]. Darslik. – Toshkent: Universitet, 2017. – 200 b. (in Uzbek)

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

УДК 556.552.502.5

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНЫХ МАСС ОЗЕРА ТУЗКАН В ЗОНЕ ВПАДЕНИЯ
РЕКИ КЛЫ И КОЛЛЕКТОРА АКБУЛАК****Н.Г. ВЕРЕЩАГИНА^{1*}, Т.В. КУДЫШКИН¹, А.М. МУХАМЕТЗЯНОВА¹**¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, malbinam30@gmail.com

Аннотация. В настоящее время одной из актуальных проблем охраны окружающей среды является защита рыбохозяйственных водоемов от загрязнения. На территории Узбекистана одним из крупнейших водоемов подобного типа является Айдар-Арнасайская система озер, имеющая важное народнохозяйственное значение. Стратегическое значение этого водоема определяется потенциалом в развитии рыбоводства и рекреации. Отличительной особенностью водоема является то, что он является бессточным, водоемом-накопителем коллекторно-дренажного стока с сельскохозяйственных полей, несущего в водоем значительные количества загрязняющих веществ. Поэтому требуется постоянный контроль за экологической ситуацией в водоеме. В статье представлены результаты по оценке качества воды озера Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак.

Ключевые слова: Айдар-Арнасайская система озер, озеро Тузкан, река Клы, коллектор Акбулак, гидрохимические характеристики вод, тяжелые металлы

Введение. Айдар-Арнасайская система озер (ААСО) – крупнейший бессточный водоем на территории Узбекистана. Его социально-экономическая значимость обусловлена, в основном, использованием его как водоема рыбохозяйственного назначения и рекреации. Известно, что питание системы озер происходит речным и коллекторно-дренажным стоком, различным по химическому составу. Гидролого-гидрохимический режим водоема остается нестабильным. В уровненом режиме водоема на протяжении четырнадцати последних лет сохраняется устойчивый отрицательный тренд и, как следствие, наблюдается рост минерализации воды, которая на большей части озерной системы приблизилась к критическим для развития рыбоводства значениям.

Для озер, аккумулирующих дренажные воды, характерно повышенное содержание биогенных элементов и органических веществ, связанное со значительным привносом их с полей орошения, особенно в периоды внесения удобрений.

Наиболее значительными коллекторами, питающих Айдар-Арнасайскую систему озер, являются Центральный голодностепский коллектор (ЦГК), впадающий в восточной части оз. Тузкан, а также река Клы и коллектор Акбулак, впадающие в озеро в юго-восточной части. С водами коллекторов, кроме солей, в ААСО поступает значительное количество загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов и ядохимикатов.

При изучении влияния коллектора ЦГК, самого мощного коллектора, впадающего в восточной части озера Тузкан, выявлена способность улучшения качества воды из-за чередования прямолинейных участков с повышенной скоростью течения воды с

* Ответственный автор: malbinam30@gmail.com, тел.: +998 93 398-10-40

озероидными расширениями, поросшими верхневодной растительностью, что способствует процессам самоочищения воды. По результатам исследования проведена оценка качества вод коллектора и уровень их воздействия на общее состояние акватории зоны впадения ЦГК [Отчет ..., 2016].

Река Клы и коллектор Акбулак по длине своих русел таких озероидных расширений не имеют и со своим стоком выносят в водоем большое количество взвешенных и влекомых наносов, откладывающихся на литорали озера.

Исследования экологического состояния в акватории оз. Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак ранее не проводились. Поэтому актуальной проблемой является установление привноса загрязняющих веществ в озеро в этой части водоема и получение количественных характеристик состояния компонентов экосистемы озера на данном участке.

Контроль и учет изменений химического состава компонентов водной экосистемы представляет актуальную задачу, без решения которой невозможно прогнозирование и управление экологическим состоянием водного объекта.

Целью исследования является оценка качества различных водных масс по гидрохимическим показателям и по содержанию тяжелых металлов.

Объекты и предмет исследования. Объектами исследования являются река Клы и коллектор Акбулак, впадающих в озеро Тузкан, а также акватория озера Тузкан в зоне их впадения. **Предметом** исследования является качество воды оз. Тузкан.

Река Клы является продолжением русла реки Санзар. Русло этой реки на своем протяжении меняет три названия. У истоков, на северном склоне Туркестанского хребта – Гуралаш, затем Санзар, и в низовьях – река Клы.

Ниже города Джизака в русло Клы выведена магистральная и межхозяйственная коллекторно-дренажная сеть. В него впадают магистральные коллекторы Джизакский главный коллектор (ДГК) и Тукурсай, а также множество межхозяйственных коллекторов и концевой сброс Южного голодностепского канала (ЮГК). После впадения этих коллекторов водность реки Клы значительно увеличивается.

Сложное гидрографическое строение реки Клы, ее развитие и сочетание различных условий питания формирует изменчивый водный режим [Ирригация, 1979].

Река Клы впадает в бессточное озеро Тузкан южнее впадения Акбулакского коллектора.

Акбулакский коллектор длиной 43,7 км, рассчитан на дренажный и сбросной катастрофический расход из ЮГК на 25,1 м³/с. Его водосборная площадь составляет 29,7 тыс. га. Он принимает также селевые потоки, формирующиеся выше ЮГК, и впадает в озеро Тузкан.

При впадении в озеро Тузкан устьевые участки обоих водотоков находятся не далеко друг от друга (рис. 1).

Материалы и методы исследования. Айдар-Арнасайская система озер является водным объектом, в основном, рыбохозяйственного значения. Нормативы качества воды таких объектов по ПДК ряда вредных веществ являются значительно более высокими по своим показателям, чем нормативы качества воды водных объектов хозяйственного и культурно-бытового водопользования. Поэтому для определения уровня загрязнения воды использовали значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов [Обобщенный перечень, 1990].

Комплекс проводимых работ состоял из рекогносцировочного обследования, гидрологических и гидрохимических наблюдений, отбора проб воды и донных отложений, как в впадающем коллекторе Акбулак и реке Клы, так и в прилегающей к устьям этих водотоков акватории оз. Тузкан.

Для получения более корректных результатов были проведены исследования архивных спутниковых снимков с целью определения местоположения устьев впадающих водотоков в прошлом. Этот вид работ был необходим для установления длины предполагаемых створов с тем, чтобы охватить наблюдениями часть акватории озера, на дно которого в прошлом шло осаждение твердого стока, выносимого впадающими притоками (Акбулак, Клы).



Рис. 1. Устье реки Клы и коллектора Акбулак при впадении в оз. Тузкан

Fig. 1. The mouth of the discharge of the Kly and the Akbulak collector at the confluence with the Lake Tuzkan

Всего было выбрано четыре створа, радиально расходящихся от зоны смешения вод реки Клы и коллектора Акбулак в акваторию озера Тузкан. Длина первого створа, направленного в юго-западном направлении на 5,44 км, второго створа, протянувшегося в западном направлении на 7,13 км, третьего, ориентированного в северо-западном направлении на 5,75 км и четвертого - в северо-северо-западном направлении на 4,9 км. На выбранных створах установлено 22 пункта наблюдений (рис. 2).

Были определены координаты точек наблюдения и некоторые физические параметры – глубина в пункте, температура водных масс, прозрачность по диску Секке.

В этих пунктах проводились гидрологические, гидрохимические наблюдения, отбирались пробы воды и донных отложений на последующий химический анализ. Измерения гидролого-гидрохимических параметров водных масс по глубине проводились с шагом в 1 метр.

Такое расположение створов и пунктов наблюдений дает возможность получения распределения гидрохимических характеристик и загрязняющих веществ, как по площади, так и по глубине в прилегающей акватории озера.

Начальной точкой каждого створа служила точка № 3, расположенная в зоне смешения вод коллектора Акбулак, реки Клы и озерных вод.

Рельеф дна озера, прилегающий к зоне впадения Акбулака и Клы, достаточно плоский, с уклоном к центру водоема. Поэтому максимальные глубины в створах

наблюдались в замыкающих их пунктах наблюдений и составляли у первого створа в пункте 8,0-6,4 м, во втором створе в пункте 10,0-13,6 м, в третьем створе в пункте 17,0-11,15 м, четвертом створе в пункте 21,0-10,0 м.



Рис. 2. Расположение створов и пунктов наблюдений на оз. Тузкан

Fig. 2. The location of the lines and observation points on the Lake Tuzkan

Измерения в пунктах наблюдений проводились зондом «Hydrolab» с длиной шнура 30 м и регистрировались прибором «Servior». Зонд «Hydrolab» снабжен датчиками для одновременного измерения температуры воды, концентрации кислорода, насыщенности кислородом, электропроводимости, минерализации, TDS (растворенные твердые вещества), величины рН, окислительно-восстановительного потенциала, глубины погружения зонда.

Позиционирование точек наблюдений по акватории водной системы осуществлялось прибором GPS с точностью определения координат на местности до 4-6 метров.

Прозрачность воды определялась по диску Секки, цвет - по шкале Фореля-Уле. Наблюдения за прозрачностью и цветом озерных вод входят в комплекс стандартных гидрологических работ. Эти оптические показатели определяются только в светлое время суток.

Отбор проб воды на полный химический анализ из придонных слоев производился батометром Молчанова, состоящего из двух одинаковых цилиндров из органического стекла по 2 литра каждый, связанных между собой металлической рамой. Цилиндры в точке взятия пробы закрываются специально устроенными крышками, удерживаемыми пружинами.

Результаты и их обсуждение. Среди экологических факторов важное значение для жизни рыб и других водных организмов имеют температура и содержание кислорода. С температурой связаны процессы питания, размножения, миграции водных организмов. В сильной степени от нее зависит интенсивность обмена веществ в организме. Кислород – главный экологический фактор, обуславливающий условия обитания водных организмов в водоемах. Согласно санитарным требованиям во всех водоемах во все сезоны года содержание кислорода не должно быть ниже 4,0 мг/л.

Озеро Тузкан является составляющей Айдар-Арнасайской системы озер и относится к водоемам умеренного типа, при этом в условиях резко континентальных климатических факторов температура воды имеет значительные внутригодовые колебания.

По материалам ряда экспедиционных исследований прошлых лет установлено, что в зависимости от поступления и потерь тепла через водную поверхность и его перераспределения в водной массе годовой термический цикл озерной системы характеризуется наличием периодов весенне-летнего нагревания, летне-осеннего охлаждения и осенне-зимнего минимума.

В качестве примера изменения показателей температуры и кислорода в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак приводим данные по створам 1 и 2.

В первом створе, где глубины не превышают 6,4 метра, наблюдалось плавное снижение температуры воды ко дну. Температура придонных слоев в этом створе находилась в пределах 27,4-28,0°C (рис. 3).

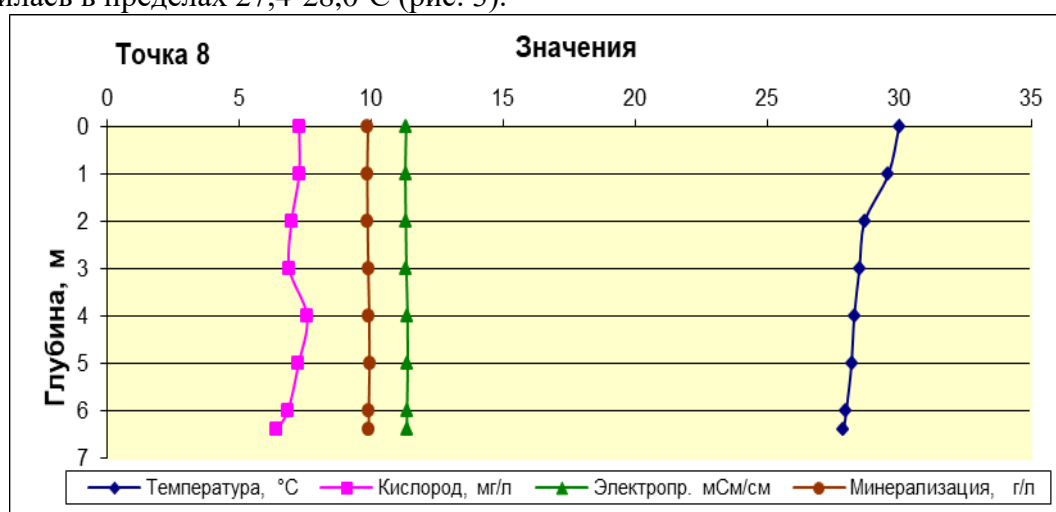


Рис. 3. Распределение температуры воды, кислорода, электропроводности и минерализации в створе 1 по глубине

Fig. 3. Distribution of water temperature, oxygen, electrical conductivity and mineralization in line 1 by depth

В крайней, наиболее глубокой (13,6 м) точке 10 второго створа, зафиксирована ярко выраженная термическая стратификация с четким делением на активные термические зоны – эпилимнион и металимнион и зону замедленной активности – гиполимнион. Слой скачка температур находился на глубине 8 м. Толщина слоя металимниона (слоя скачка температуры) составляла 3 м. Градиент температур в слое скачка температуры колебался в пределах 1,5-4,4°C на метр. В гиполимнионе продолжается снижение температуры воды до самого дна. Температура воды придонного слоя составляла 16,7°C (рис. 4).

По результатам экспедиционных исследований установлено, что термическое влияние притоков сказывается на температуре поверхности воды озера на расстоянии 550-700 метров от зоны смешения вод притоков (точка 3). По акватории озера вне зоны воздействия притоков температура поверхности воды озера колебалась в пределах 29,1-30,2°C.

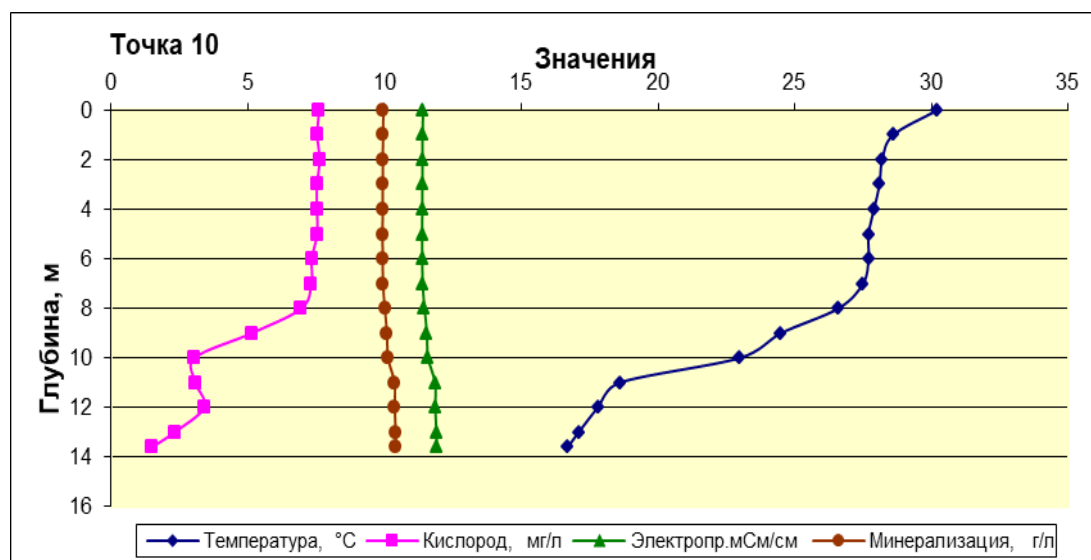


Рис. 4. Распределение температуры воды, кислорода, электропроводности и минерализации в створе 2 по глубине

Fig. 4. Distribution of water temperature, oxygen, electrical conductivity and mineralization in line 2 by depth

Оценка прозрачности воды показала, что ее максимальные значения (2,2-2,8 м) приурочены к конечным точкам створов, наиболее удаленных от устьев притоков. В зоне влияния вод реки Клы, несущих большое количество взвешенных веществ, и прибрежного мелководья, подверженного волновому взмучиванию донных отложений, прозрачность уменьшается до 0,8 - 1,5 метров. Цвет воды по шкале Фореля-Уле менялся от VII, в крайних точках створов, плавно трансформируясь к зоне впадения притоков до X-XII.

Река Клы и коллектор Акбулак впадают в озера Тузкан, формируя тем самым определенные условия распределения минерализации в прилегающей акватории озера.

Во время проведения съемки минерализация воды реки Клы составляла 3,84 г/дм³, а коллектора Акбулак 4,05 г/дм³. Начальной для всех створов является точка 3 с минерализацией поверхности воды в 5,57 г/дм³. Имея меньшую минерализацию, воды притоков распространяются по поверхности более минерализованных озерных вод. По мере продвижения от зоны впадения притоков к открытой части озера прослеживается увеличение минерализации поверхностного слоя воды. Так, в первом створе, в точке 5 на расстоянии 630 метров от точки 3 минерализация поверхности воды возрастает до 6,10 г/дм³, в точке 6 на расстоянии 1430 метров еще увеличивается до значений в 8,55 г/дм³.

Во втором створе, в точке 13, удаленной от третьей на 1240 метров, минерализация поверхности уже составляет 9,85 г/дм³ и опресняющего влияния впадающих вод на ней не наблюдается.

Влияние вод притоков на минерализацию поверхности воды в третьем створе прослеживается до точки 15, удаленной от точки 3 на 2335 м, где зафиксирована минерализация в 8,43 г/дм³, в четвертом створе до точки 19 (8,71 г/дм³), расположенной на расстоянии в 1245 м.

В крайних точках створов минерализация поверхности воды находилась в пределах 9,78-9,95 г/дм³.

К увеличению минерализации поверхности воды по створам в акватории озера приводит как распластание втекающих вод по поверхности прилегающей площади водоема, так и ветровое перемешивание. Эти факторы, в итоге, приводят к полному перемешиванию с озерными массами вод и, соответственно, к увеличению минерализации поверхностного слоя воды.

В вертикальной структуре распределения минерализации воды в зоне влияния поступающих вод притоков четко выделяется верхний метровый слой с меньшей минерализацией, чем нижележащие водные массы.

Так, в точке 3 в этом слое зафиксировано увеличение минерализации от поверхности к метровому горизонту, с 5,57 до 8,67 г/дм³. На глубине в 2 метра минерализация возрастает до 9,46 г/дм³, а в придонном слое достигает 9,52 г/дм³ (рис. 5).

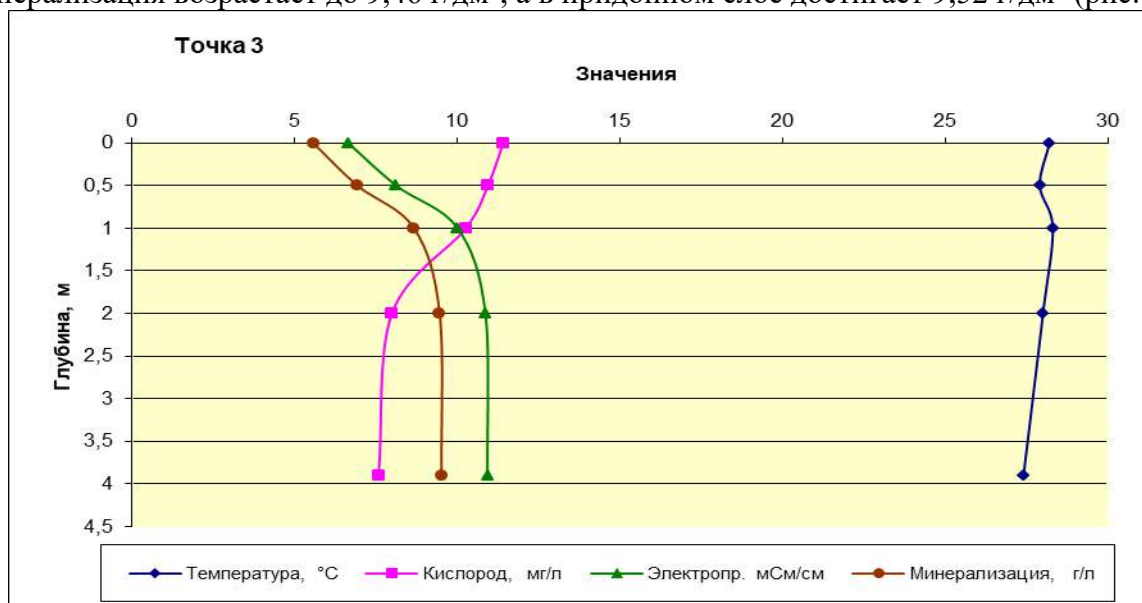


Рис. 5. Распределение по глубине температуры воды, кислорода, электропроводности и минерализации в точке 3

Fig. 5. Distribution of water temperature, oxygen, electrical conductivity and mineralization in line 3 by depth

Таким образом, в метровом слое происходит смешивание вод притоков с озерными водами.

В крайних точках 2-го и 3-го створов, где глубины превышают 9 метров, минерализация придонных слоев увеличивается до 10,36-10,42 г/дм³. Наибольшее ее значение отмечено в точке 10 на глубине в 13,6 метра второго створа (рис. 4).

Определения основных гидрохимических показателей воды в выбранных точках проводили по общепринятым методикам [Руководство, 1977, Унифицированные методы, 1987].

Оценку качественных характеристик отобранных проб воды и в целом экологического состояния водоема проводили по полученным данным химического анализа.

По результатам наблюдений, проведенных в летний период, содержание кислорода в поверхностном слое воды исследуемой акватории озера Тузкан характеризовалось его высоким содержанием и колебалось в пределах 7,27-8,77 мг/дм³, увеличиваясь в зоне влияния вод притоков до 9,8-11,41 мг/дм³. В устье реки Клы зафиксировано наибольшее содержание кислорода в воде – 14,66 мг/дм³, а у коллектора Акбулак – 11,56 мг/дм³.

Изменение концентрации кислорода по глубине в летний период определяется хорошо выраженной термической стратификацией.

В эпилимнионе на всех створах наблюдалось плавное изменение концентрации кислорода по глубине до слоя термического скачка, в котором происходил резкий спад этих значений. Глубина залегания слоя термического скачка составляла 8 метров.

Под слоем термоклина концентрация кислорода уже составляла $3,4 \text{ мг/дм}^3$, далее плавно понижаясь ко дну. При этом в результате замедленного вертикального водообмена в придонных слоях значения кислорода опускались до $1,5 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 4). **ПДК кислорода для рыбохозяйственных водоемов не менее $4,0 \text{ мг/дм}^3$.**

Концентрация кислорода определяет в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических соединений. Содержание органических веществ в воде водоема проводили посредством определения **ХПК (химического потребления кислорода)**. Значения ХПК по акватории оз. Тузкан в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак находятся в пределах от 57 до 92 мгО/дм^3 .

Важнейшим показателем качества воды, имеющим большое значение для химических и биохимических процессов, протекающих в водоеме, является **концентрация ионов водорода (рН)**. Рыбы выносят рН в пределах от 5,0 до 9,0. Интервал значений рН воды на исследуемой территории находится в пределах $7,56 - 8,23$, что соответствует требованиям, предъявляемым к воде рыбохозяйственных водоемов.

В анионном составе вод исследуемого водоема наблюдается явное доминирование сульфат-ионов. Максимальные количества сульфатов характерны для створа с точками 18-22. Их содержание находится в интервале $2820,0 - 4104,56 \text{ мг/дм}^3$, а также створа с точками 10-13 ($2929,35 - 3695,91 \text{ мг/дм}^3$). Для створа с точками 5-8 содержание сульфатов несколько ниже – $2327,05 - 2965,85 \text{ мг/дм}^3$. Максимальные количества сульфатов характерны для придонных слоев водных масс в концевых точках створов. Минимальное количество сульфатов характерно для вод реки Клы ($1939,24 \text{ мг/дм}^3$) и коллектора Акбулак ($1825,14 \text{ мг/дм}^3$). Для вод этой акватории наблюдается значительное превышение сульфат-ионов в воде. **ПДК_{в.р.} сульфатов – 100 мг/дм^3 .**

В воде оз. Тузкан также отмечено высокое содержание хлоридов. Интервал определяемых концентраций находился в пределах $1565 - 1793 \text{ мг/дм}^3$, что значительно превышает ПДК. Минимальные концентрации хлоридов присущи водам реки Клы и коллектора Акбулак $332,66 \text{ мг/дм}^3$ и $557,70 \text{ мг/дм}^3$, соответственно. **ПДК_{в.р.} хлоридов 300 мг/дм^3 .**

Для ионов азотной группы, таких как аммоний и нитраты, не обнаружено превышения ПДК. Наблюдается превышение ПДК для нитритов в некоторых точках.

Важным показателем оценки качества вод рыбохозяйственных водоемов является жесткость воды, определяемая суммарным содержанием в воде ионов кальция и магния. Определенная жесткость воды в водоеме находится в интервале $69 - 74 \text{ мг-экв/дм}^3$. Минимальные ее значения характерны для вод реки Клы ($35,20 \text{ мг-экв/дм}^3$) и коллектора Акбулак ($38,00 \text{ мг-экв/дм}^3$).

Определение содержания кальция и магния обязательное условие при проведении оценки качества вод рыбохозяйственных водоемов. Их минимальные количества характерны для вод реки Клы и коллектора Акбулак. Количественные характеристики концентраций кальция и магния отличаются незначительно и находятся в интервале $400-590 \text{ мг/дм}^3$. Однако в точках 18, 19, 20 и 21 наблюдается превышение содержания ионов магния над ионами кальция. **ПДК_{в.р.} кальция – 180 мг/дм^3 ; ПДК_{в.р.} магния – 40 мг/дм^3 .**

Для ионов натрия отмечено значительное превышение ПДК во всех точках, как у дна, так и у поверхности. Полученные значения находятся в интервале от 1100 до

1600 мг/дм³. Максимальное значение зафиксировано в точке 8 в придонном слое воды (1888,0 мг/дм³). ПДК_{в.р.} натрия – 120 мг/дм³.

Анализ полученных данных показывает, что содержание калия не превышает ПДК.

При определении качества воды рыбохозяйственных водоемов обязательным условием является определение таких загрязнителей, как тяжелые металлы. Они представляют опасность с точки зрения их биологической активности и токсичности. Особого внимания заслуживают **свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк.**

По результатам проведенных исследований выявлено отсутствие превышения ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов у элементов – свинца, кадмия, кобальта, марганца, мышьяка, алюминия. Превышение ПДК в некоторых точках зафиксировано для цинка в 2,6-6 раз, ванадия и железа в 30-80 раз, хрома в 10-17 раз, марганца в 26-49 раз, меди в 2,6-5 раз. По требованиям к рыбохозяйственным водоемам в воде не должно содержаться ртути. Полученные результаты показывают содержание ртути практически по всем точкам отбора проб.

Заключение. Коллекторно-дренажные и оросительные воды, поступающие в Айдар-Арнасайскую систему озер, являются основным источником поступления главных ионов, биогенных и загрязняющих веществ, формирующих качество воды озерных вод и донных отложений.

К крупнейшим водотокам впадающим в восточную часть оз. Тузкан относятся река Клы и коллектор Акбулак.

Установлено, что термическое влияние притоков сказывается на температуре поверхности воды озера на расстоянии 550-700 метров от зоны смешения вод притоков. Выявлены зоны эпилимниона, металимниона и зона замедленной активности гипolimнион.

Минерализация воды реки Клы во время экспедиционных работ составляла 3,84 г/дм³, а коллектора Акбулак 4,05 г/дм³. Имея меньшую минерализацию, воды притоков распространяются по поверхности более минерализованных озерных вод. Опресняющее действие вод притоков на минерализацию поверхностного слоя озерных вод прослеживается на расстоянии от 1,43 км до 2,34 км.

В отобранных пробах воды в коллекторах, а также озера Тузкан в зоне их впадения определены основные гидрохимические показатели, принимающие участие во всех внутриводоемных процессах – сульфаты, нитриты, нитраты, хлориды, гидрокарбонаты, аммоний, натрий, калий, кальций, магний.

Пробы воды проанализированы на содержание микрокомпонентного состава. Определены количественные характеристики по содержанию ионов металлов токсикологического характера – свинец, кадмий, мышьяк, ванадий, молибден, медь, стронций, цинк и др.

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

ЛИТЕРАТУРА

Отчет по гранту А-7-013 «Исследование содержания загрязняющих веществ в воде, донных отложениях и водной растительности, как источника вторичного загрязнения в зоне

впадения коллектора ЦГК в акваторию оз. Тузкан для развития экологического мониторинга экосистемы ААСО». НИГМИ, 2016. – 40 с.

Ирригация Узбекистана. – Т.2. – Изд. «Фан», 1979. – С. 223, 272.

Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / Письмо Гидрометеоиздата. № 10-53/628 от 28.10.1990 г. – М.: 1990.

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д.Семенова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 540 с.

Унифицированные методы исследования качества вод /Методы химического анализа вод. Основные методы, Т.1,2. Издательский отдел Управления делами секретариата СЭВ. – М.: 1987. – 1250 с.

КЛИ ДАРЁСИ ВА ОҚБУЛОҚ КОЛЛЕКТОРИНИНГ ҚЎЙИЛИШ ЗОНАСИДА ТУЗКОН ҚЎЛИ СУВ МАССАЛАРИ СИФАТИНИ БАҲОЛАШ

Н.Г. ВЕРЕЩАГИНА¹, Т.В. КУДЫШКИН¹, А.М. МУХАМЕТЗЯНОВА¹

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

Аннотация. Ҳозирги кунда балиқчилик сув ҳавзаларини ифлосланишдан муҳофаза қилиш атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг долзарб муаммоларидан биридир. Ўзбекистон ҳудудида бу типдаги энг йирик сув ҳавзаларидан бири Айдар-Арнасой кўллари тизими бўлиб, у муҳим иқтисодий аҳамиятга эга. Ушбу сув ҳавзасининг стратегик аҳамияти балиқчилик ва рекреацияни ривожлантириши салоҳияти билан белгиланади. Унинг ўзига хос хусусияти - бу сув ҳавзаси қишлоқ хўжалиги далаларидан катта миқдордаги ифлослантирувчи моддаларни олиб қириб келивчи коллектор-дренаж оқимини тўплайдиган дренажсиз сув ҳавзаси эканлигидир. Бу сув ҳавзасидаги экологик вазиятни доимий равишда кузатиб боришни талаб қилади. Мақолада Тузкон кўлининг Кли дарёси ва Оқбулоқ коллектори тушадиган ҳудудидаги сув сифатини баҳолаш натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: Айдар-Арнасой кўллари тизими, Тузкон кўли, Кли дарёси, Оқбулоқ коллектори, сувларнинг гидрохимёвий характеристикалари, оғир металллар.

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE WATER MASSES OF LAKE TUZKAN IN THE AREA OF THE CONFLUENCE OF THE KLY RIVER AND THE AKBULAK COLLECTOR

N.G. VERESHAGINA¹, T.V. KUDYSHKIN¹, A.M. MUKHAMETZYANOVA¹

¹ Hydrometeorological Research Institute, malbinam30@gmail.com

Abstract. At present, one of the urgent problems of environmental protection is the protection of fishery reservoirs from pollution. On the territory of Uzbekistan, one of the largest reservoirs of this type is the Aidar-Arnasay lake system, which has important economic significance. The strategic importance of this reservoir is determined by the potential in the development of fish farming and recreation. A distinctive feature is that this reservoir is a drainless reservoir, accumulating collector-drainage runoff from agricultural fields, carrying significant amounts of pollutants into the reservoir. This requires constant monitoring of the ecological situation in the reservoir. The article presents the results of the assessment of the water quality of Lake Tuzkan in the area of the confluence of the Kly River and the Akbulak Collector.

Keywords: Aidar-Arnasai lake system, Tuzkan lake, Kly River, Akbulak Collector, hydrochemical characteristics of water, heavy metals.

REFERENCES

Grant A-7-013 «Issledovanie sodержaniya zagryaznyayushih veshchestv v vode, donnih otlojeniyah i vodnoy rastitelnosti, kak istochnika vtorichnogo zagryazneniya v zone vpadeniya kollektora CGK v akvatoriyu oz.Tuzkan dlya razvitiya ekologicheskogo monitoring ekosistemi AASO» [Grant Report A-7-013 "Study of the Content of Pollutants in Water, Bottom Sediments and Aquatic Vegetation as a Source of Secondary Pollution in the Zone Where the CGC Collector Flows into the Tuzkan Lake for the Development of Ecological Monitoring of the AASO Ecosystem]. NIGMI, 2016. – 40 s. (in Russian)

Irrigatsiya Uzbekistana [Irrigation of Uzbekistan].- T.2.- Izd. «Fan», 1979, – S. 223, 272. (in Russian)

Obobshchennyu perechen' predel'no dopustimyykh kontsentratsiy (PDK) i oriyentirovochno bezopasnykh urovney vozdeystviya (OBUV) vrednykh veshchestv dlya vody rybokhozyaystvennykh vodoyemov [Summary List of Maximum Permissible Concentrations (MPC) and Approximate Safe Exposure Levels (ASEL) of Harmful Substances for Fishery Water Bodies] / Pis'mo Gidrometeoizdata № 10-53/628 ot 28.10.1990. – M.: 1990. (in Russian)

Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi [Manual for Chemical Analysis of Surface Waters]. /Pod red. A.D.Semenova.- L.: Gidrometeoizdat, 1977.-540 s. (in Russian)

Unifitsirovannye metodi issledovaniya kachestva vod / Metodi khimicheskogo analiza vod. Osnovnie metodi. [Unified Water Quality Study Methods/Chemical Water Analysis Methods. Main methods]. T.1,2. Izdatel'skiy otdel Upravleniya delami sekretariata SEV. – M.: 1987. – 1250 s. (in Russian)

УДК 504.4.054:504.453

ҚОРАДАРЁ ДАРЁСИ СУВИ СИФАТИНИНГ ЎЗГАРИШЛАРИ

Б.Э. НИШОНОВ^{1*}, И.Р. РАЗИКОВА¹

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, bnishonov@mail.ru

Аннотация. Мақолада Қорадарё дарёсидаги сув сифатини кузатиш пунктларининг кўп йиллик (1990-2019 йй.) маълумотлари асосида минерализация, органик ифлосланишлар, биоген моддалар, фторидлар, оғир металлларнинг ойлар бўйича, йил ичидаги ва кўп йиллик ўзгаришлари ўрганилган ва дарё суви сифатининг замонавий ўзгаришлари таҳлил қилинган. Антропоген таъсир натижасида дарёнинг қуйи қисмида ифлослантирувчи моддаларнинг дарё сувидаги миқдорлари ортиши аниқланган.

Калит сўзлар: сув сифати, минерализация, органик ифлосланиш, КБИ, ККИ, биоген моддалар, фторидлар, оғир металллар, Қорадарё дарёси.

Кириш. Қорадарё дарёси Сирдарё дарёсининг асосий ирмоқларидан бири ҳисобланади. Дарё Фарғона тизмасининг жануби-шарқий ва Олой тизмасининг шимолий ёнбағирларидан бошланадиган Тар ва Қорагулжа дарёларининг қўшилишидан ҳосил бўлади, қуйироқда дарёга иккита ирмоқ – Ясси ва Қуршоб дарёлари келиб қўшилади. Қорадарё дарёси Андижон вилоятининг Балиқчи шаҳри яқинида Норин дарёси билан қўшилиб, Сирдарё дарёсини ҳосил қилади. Дарё қор ва музлик сувларидан тўйинади [Шульц, 1965]. Энг юқори сув сарфи ёз фаслида (июнь ойида), энг кам сув сарфи қиш фаслида (январь ойида) кузатилади.

Қорадарё дарёсининг сув ресурслари ерларни суғориш учун интенсиф сарфланади, шунингдек, ундан саноат ишлаб чиқариши, хўжалик эҳтиёжлари учун фойдаланилади.

* Масъул муаллиф: bnishonov@mail.ru, тел.: +998 97 1970395

Дарёда Андижон сув омбори қурилган, унинг суви Фарғона водийсида ерларни суғориш учун ишлатилади. Фарғона водийсида Қорадарё дарёси Куйганёр тўғони билан тўсилиб, Катта Фарғона каналидан ўтади. Дарё сув ресурсларининг суғориш учун интенсив сарфланиши ва дарё сувига йирик шахарлар - Андижон ва Асакадан оқова ва коллектор-дренаж сувларнинг ташланиши дарё сув сифатига бевосита таъсир қилади.

Қорадарё дарёси Ўзбекистон Республикасида аҳолиси энг зич жойлашган Андижон вилояти орқали оқиб ўтади. Дарё сув ресурсларининг Андижон вилояти иқтисодиёти ва кишлоқ хўжалиги тармоқлари учун муҳим аҳамиятини ҳисобга олган ҳолда дарё сув сифатининг замонавий ҳолатини ўрганиш **долзарб** вазифа ҳисобланади. Ушбу тадқиқотнинг **мақсади** Қорадарё дарёси сув сифатининг ҳудуд ва вақт бўйича ўзгаришларини аниқлаш ҳисобланади. Тадқиқотнинг **объекти** Қорадарё дарёси, тадқиқотнинг **предмети** эса дарёнинг сув сифати ҳисобланади.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Тадқиқот ишини бажаришда Қорадарё дарёси сув сифати мониторингининг сўнгги 30 йиллик (1990-2019 йй.) маълумотларидан фойдаланилди [Ежегодники, 1990-2019]. Ҳозирги вақтда Қорадарё дарёсида, ирмоқларини ҳисобга олмаганда, Ўзгидрометнинг 3 та сув сифатини кузатув пунктлари мавжуд. Дарё сувидан намуналар йил давомида 12 марта (ҳар ойда) олинади ва лабораторияда таҳлил қилинади.

Ишда замонавий гидрохимёвий ҳисоблашлар, статистик ва умумлаштириш усулларидан фойдаланилди. Дарёнинг гидрохимёвий режимини ўзгаришларини аниқлаш учун сув сифат кўрсаткичлари (минерализация, асосий анионлар ва катионлар, биоген моддалар, феноллар, фторидлар, оғир металлар, органик ифлосланишлар)нинг кўп йиллик ўртача миқдорларини ҳисобланди ва таҳлил қилинди.

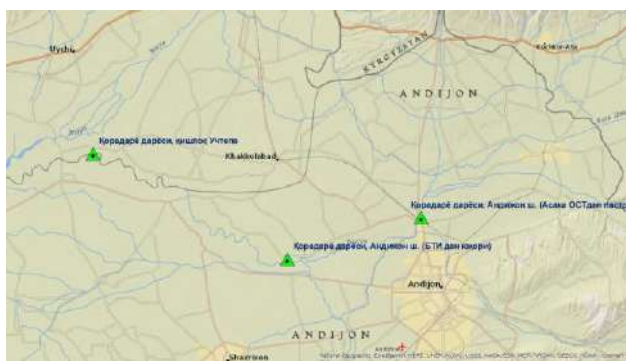
Сув сифатини комплекс баҳолаш учун сувнинг ифлосланиш индекси (СИИ) кўрсаткичидан фойдаланилди [Методические...,1988]. СИИни ҳисоблашда 6 та асосий кўрсаткичлар – минерализация, сувда эриган кислород ва рухсат этилган концентрация (РЭК)га нисбатан энг юқори қийматга эга бўлган компонентлар олинди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Қорадарё дарёсининг сув сифатини кузатиш 1954 йилда Учтепа қишлоғи ва 1974 йилда Андижон шаҳри яқинида бошланган. Андижон шаҳри яқинида иккита кузатув пункти жойлашган бўлиб, биринчиси Андижон шаҳридан 12 км шимоли-ғарбда, иккинчи пунктгача 5 км, оқова сув тозалаш иншоотидан 1 км юқорида, дарёнинг қуйилиш жойидан 64 км узоқликда жойлашган. Иккинчи кузатув пункти Андижон шаҳридан 16 км шимоли-ғарбда, Асака ташламаларидан 2,7 км қуйида, Сарой қишлоғидан 1,2 км қуйида, дарёнинг қуйилиш жойидан 59 км узоқликда жойлашган. Учтепа кузатув пункти Қорадарё дарёсининг қуйи қисмида, Учтепа қишлоғидан 2 км пастда дарёнинг қуйи қисмида жойлашган (1-расм). Ҳозирги вақтда Андижон шаҳри яқинидаги кузатув пунктлари Андижон шаҳридан тушадиган оқова сувлар таъсиридаги дарёнинг сув сифати ва Учтепа қишлоғидаги кузатув пункти дарёнинг қуйи қисмидаги сувнинг сифати тўғрисида маълумот олишга имкон беради.

Тадқиқот давомида Қорадарё дарёсидаги 3 та кузатиш пунктидаги сув сифатининг кўп йиллик (1990-2019 йй.) маълумотлар базаси шакллантирилди ва шу маълумотлар асосида сув сифати ва уни ўзгаришлари таҳлил қилинди.

1-жадвалда 1990-2019 йилларда Қорадарё дарёси сув сифати кўрсаткичларининг ойлик минимал, максимал ва ўртача қийматлари келтирилган.

Таҳлил натижаларига кўра Қорадарё дарёси суви сифатининг асосий кўрсаткичлари дарё узунлиги бўйлаб дарёнинг юқори қисмидан қуйи қисмига ортиши кузатилади. Қорадарё дарёсида минерализациянинг ўртача миқдори $257,2-1238,5$ мг/дм³, хлоридлар - $3,9-62,3$ мг/дм³, сульфатлар - $25,0-460,0$ мг/дм³, гидрокарбонатлар - $60,0-336,0$ мг/дм³, натрий - $1,8-122,0$ мг/дм³, калий - $0,0-5,0$ мг/дм³, кальций - $20,6-120,0$ мг/дм³, магний - $6,0-108,0$ мг/дм³, сувда эриган кислород - $6,0-17,5$ мгО₂/дм³,



1-расм. Қорадарё дарёсида сув сифати кузатув пунктларининг жойлашув харитаси

Рис.1. Карта расположения пунктов наблюдения качества воды на р. Карадарья

Fig. 1. Map of the location of water quality observation points in Karadarya River

1-жадвал

Қорадарё дарёси суви сифатининг асосий кўрсаткичлари (1990-2019 йй.)

Таблица 1

Основные показатели качества воды реки Карадарья (1990-2019 гг.)

Table 1

Main parameters of the water quality of the Karadarya River (1990-2019)

Сув сифати кўрсаткичлари	Кузатиш пунктлари								
	Қорадарё дарёси, Андижон шаҳри, тозалаш иншоотидан юқорида			Қорадарё дарёси, Андижон шаҳри, Асака оқова ташламаларидан қуйида			Қорадарё дарёси, Учтепа қишлоғи		
	мин.	макс.	ўртача	мин.	макс.	ўртача	мин.	макс.	ўртача
Минерализация, мг/дм ³	268,4	1167,0	498,7	257,2	1238,5	513,9	270,0	1208,0	603,2
СГ, мг/дм ³	3,9	59,5	22,5	4,4	57,7	22,5	4,3	62,3	29,3
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	28,0	392,0	131,0	25,0	460,0	143,0	48,0	455,0	198,0
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	60,0	323,0	199,0	70,0	336,0	201,0	75,0	336,0	205,0
Na ⁺ , мг/дм ³	1,8	108	34,7	1,8	111,0	35,0	1,8	122,0	39,0
K ⁺ , мг/дм ³	0,0	4,0	1,0	0,0	4,0	1,0	0,0	5,0	2,0
Ca ²⁺ , мг/дм ³	20,6	99,1	52,8	23,6	117,0	54,4	24,1	124,2	65,7
Mg ²⁺ , мг/дм ³	6,0	108	30,2	6,0	105,0	32,7	11,3	109,0	42,6
Сувда эриган кислород, мгО ₂ /дм ³	7,5	16,9	11,8	6,8	17,5	11,8	6,0	14,4	10,1
ККИ, мг/Одм ³	1,0	14,9	5,1	0,8	14,7	5,5	1,4	14,9	6,0
КБИ ₅ , мгО ₂ /дм ³	0,3	5,4	1,0	0,3	5,7	1,0	0,4	7,1	2,6
N-NH ₄ , мг/дм ³	0,0	0,52	0,13	0,0	0,55	0,13	0,0	0,45	0,10
N-NO ₂ , мг/дм ³	0,0	0,05	0,01	0,0	0,06	0,01	0,0	0,06	0,02
N-NO ₃ , мг/дм ³	0,0	8,3	3,5	0,2	8,2	3,2	0,2	8,3	3,0
Феноллар, мг/дм ³	0,0	0,010	0,002	0,0	0,011	0,002	0,0	0,011	0,002
Фторидлар, мг/дм ³	0,0	0,74	0,24	0,0	0,76	0,25	0,0	0,95	0,31
Темир, мг/дм ³	0,0	0,19	0,06	0,0	0,18	0,06	0,0	0,20	0,05
Мис, мкг/дм ³	0,0	5,3	1,1	0,0	6,7	1,3	0,0	8,3	1,4
Рух, мкг/дм ³	0,0	5,0	1,2	0,0	6,3	1,2	0,0	12,7	2,5
Хром, мкг/дм ³	0,0	8,9	2,6	0,0	8,7	2,7	0,0	9,2	2,4

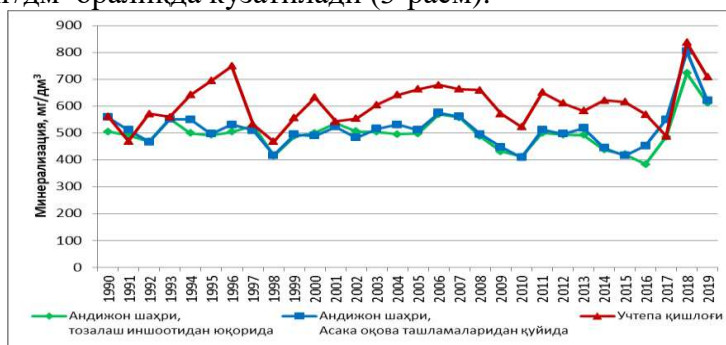
кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ) - 0,8-15,5 мгО/дм³, кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ₅) - 0,3-7,1 мгО₂/дм³, аммоний азоти - 0-0,55 мг/дм³, нитрит азоти - 0-0,06 мг/дм³, нитрат азоти - 0-8,3 мг/дм³, феноллар - 0-0,011 мг/дм³, фторидлар - 0-1,0 мг/дм³, темир - 0-0,2 мг/дм³, мис - 0-8,3 мкг/дм³, рух - 0-12,7 мкг/дм³, хром - 0-9,2 мкг/дм³ ораликда кузатилади.

Қорадарё дарёси суви сифатига Тар, Қорагулжа, Ясси, Қуршоб ирмоқларининг сувининг таркиби ҳамда антропоген омиллар таъсир қилади.

Қорадарё дарёси сувидаги минерализациянинг йиллик ўртача миқдори 383,4-836,1 мг/дм³ ораликда кузатилади (2-расм). Қорадарё дарёси сувининг минерализацияси Алёкин таснифига кўра ўртача минераллашган сувлардан юқори минераллашган сувларгача ўзгаради. Минерализациянинг энг юқори миқдори 1996 ва 2018 йилда кузатилган.

Минерализация миқдори ўзгариши билан дарё сувининг ион таркиби - Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻ миқдори ҳам ўзгаради.

Таҳлил натижаларига кўра, Қорадарё дарёси сувида хлоридларнинг йиллик ўртача концентрацияси 7,3-44,4 мг/дм³, сульфатлар - 83,8-339,1 мг/дм³, гидрокарбонатлар - 132-292 мг/дм³, натрий - 13,0-94,0 мг/дм³, калий - 0-4 мг/дм³, кальций - 38,4-101,8 мг/дм³, магний - 13-89,9 мг/дм³ ораликда кузатилади (3-расм).



2-расм. Қорадарё дарёси суви минерализациясининг йиллик ўртача миқдори (1990-2019 йй.)

Рис. 2. Среднегодовая минерализация воды реки Карадарья (1990-2019 гг.)

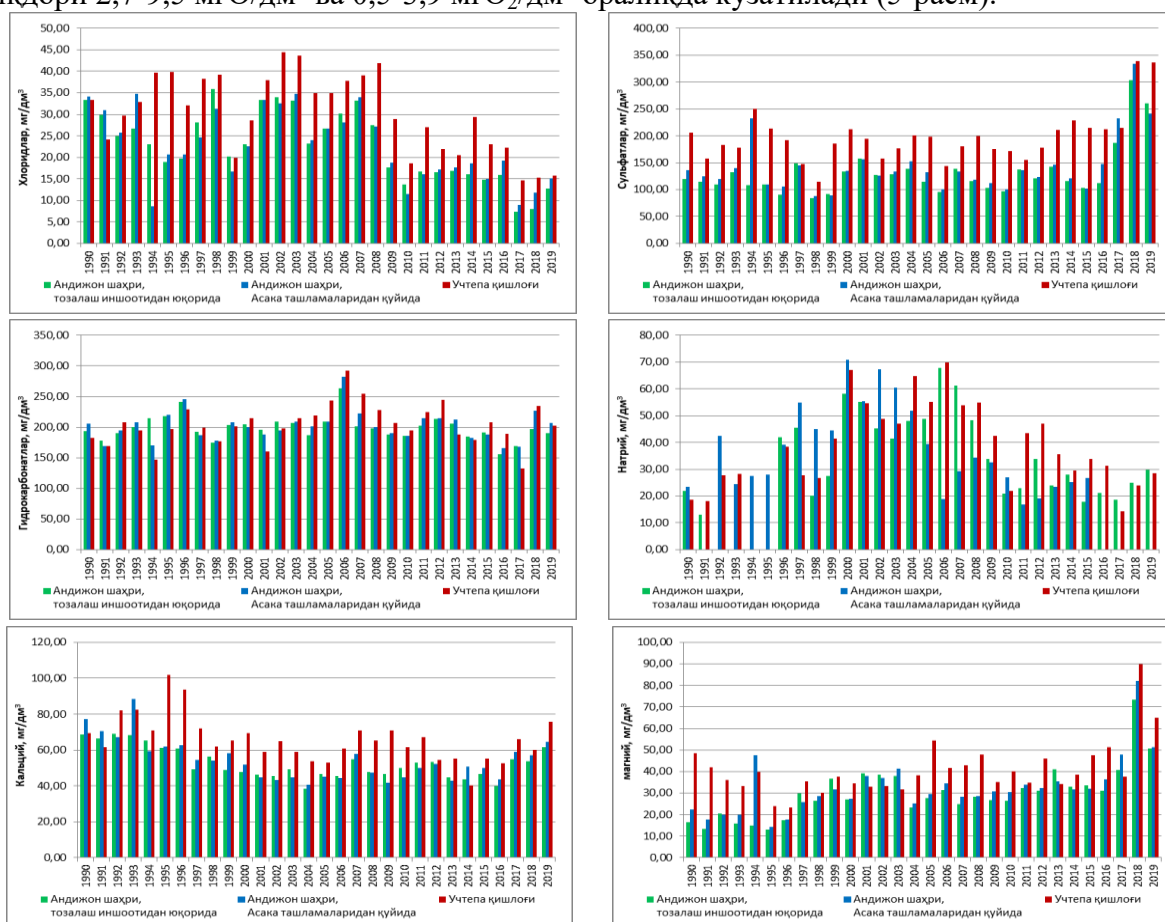
Fig. 2. Average yearly water mineralization of the Karadarya River (1990-2019)

Хлоридларнинг йиллик ўртача концентрацияси РЭКдан (300-мг/дм³) ортганлиги ва 2010 йилдан бошлаб камайганлиги кузатилади. Сульфатларнинг йиллик ўртача концентрацияси деярли барча йилларда РЭКдан (100 мг/дм³) ортганлиги ва 2018 йилда энг юқори миқдорда бўлганлиги аниқланди. Натрий, калий, кальцийнинг йиллик ўртача концентрацияси РЭКдан (120 мг/дм³, 50 мг/дм³, 180 мг/дм³) ортмаганлиги аниқланди. Магнийнинг ўртача йиллик концентрацияси деярли барча йилларда РЭКдан (40 мг/дм³) ортган ва энг юқори концентрация 2018 йилда кузатилган.

Дарёлар сув сифатининг асосий кўрсаткичларидан бири – сувда эриган кислород ҳисобланади, унинг ер усти сувларидаги миқдори 6 мгО₂/дм³дан кам бўлмаслиги керак. Қорадарё дарёсида сувда эриган кислороднинг йиллик ўртача миқдори 7,7-15,1 мгО₂/дм³ ораликда кузатилади (4-расм). Таҳлил натижаларига кўра, сувда эриган кислороднинг йиллик ўртача миқдори сувдаги фауна ва флоранинг яшаши учун коникарли миқдорда кузатилади.

Қорадарё дарёсининг умумий органик ифлосланганлигини тавсифлаш учун кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ) ва кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ₅)

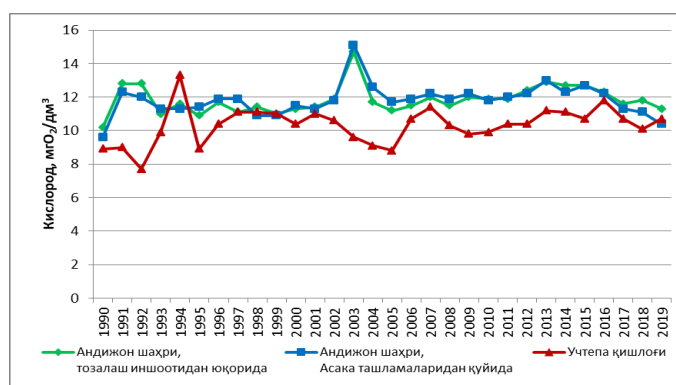
кўрсаткичларидан фойдаланилди. Қорадарё дарёсида ККИ ва КБИ₅ йиллик ўртача миқдори 2,7-9,5 мгО/дм³ ва 0,5-3,9 мгО₂/дм³ оралиқда кузатилади (5-расм).



3-расм. Қорадарё дарёси сувида ионларнинг йиллик ўртача миқдори (1990-2019 йй.)

Рис. 3. Среднегодовая концентрация ионов в воде реки Карадарья (1990-2019 гг.)

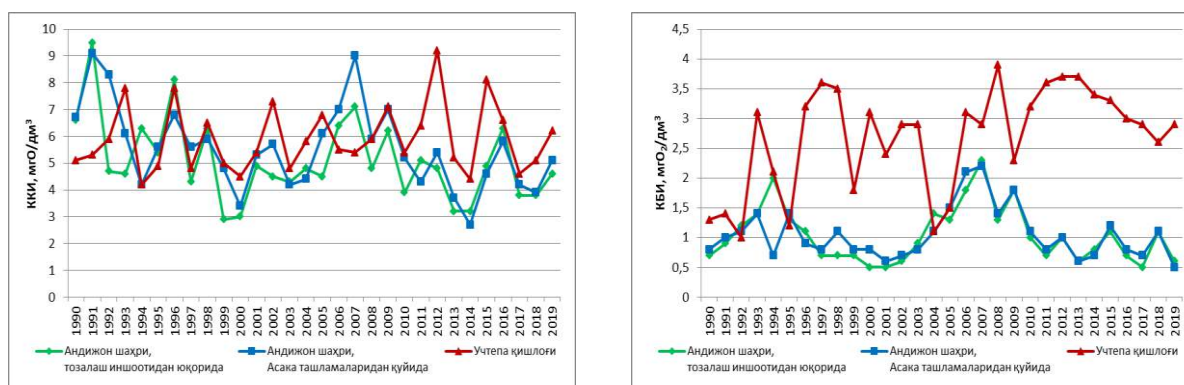
Fig. 3. The average annual concentration of ions in the Karadarya River water (1990-2019)



4-расм. Қорадарё дарёси сувида эриган кислород концентрацияси (1990-2019 йй.)

Рис. 4. Концентрация растворенного кислорода в воде реки Карадарья (1990-2019 гг.)

Fig. 4. Concentration of dissolved oxygen in the water of the Karadarya River (1990-2019)

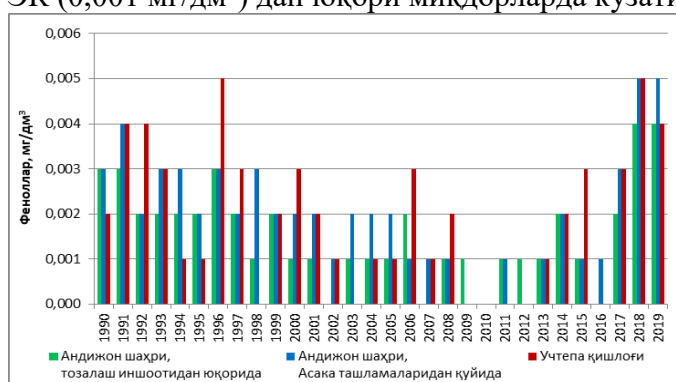


5-расм. Қорадарё дарёси сувида ККИ ва КБИ₅ кўрсаткичлари (1990-2019 йй.)

Рис. 5. Показатели ХПК и БПК₅ в воде реки Карадарья (1990-2019 гг.)

Fig. 5. COD and BOD in the water of the Karadarya River (1990-2019)

Қорадарё дарёсида феноллар ўртача йиллик миқдори $0-0,005$ мг/дм³ оралиқда эканлиги аниқланди (6-расм). Ўзбекистон дарёларида табиий омиллар (тоғ жинсларидаги микдорининг юқорилиги) сабабли дарё сувларида феноллар нисбатан юқори концентрацияларда бўлади, бу Қорадарё дарёсига ҳам тегишли бўлиб, дарё сувида феноллар миқдори РЭК ($0,001$ мг/дм³) дан юқори миқдорларда кузатилади.



6-расм. Қорадарё дарёси сувида феноллар ўртача йиллик миқдори (1990-2019 йй.)

Рис. 6. Среднегодовая концентрация фенолов в воде реки Карадарья (1990-2019 гг.)

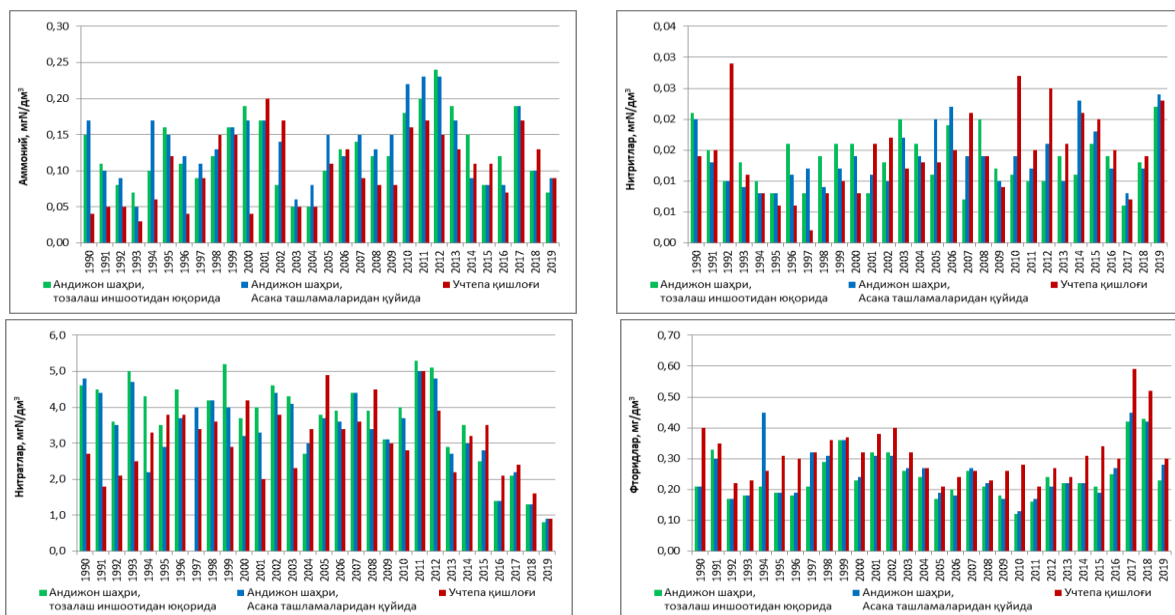
Fig.6. Average yearly concentration of phenols in the Karadarya River water (1990-2019)

Қорадарё дарёсида аммоний азотининг йиллик ўртача миқдори $0,03-0,24$ мг/дм³, нитрит азоти - $0-0,06$ мг/дм³ ва нитрат азоти - $0-5,3$ мг/дм³ оралиқда кузатилади (7-расм).

Қорадарё дарё сувининг нитритлар билан ифлосланиши 1992-2014 йилларда рухсат этилган концентрация (РЭК- $0,02$ мг/дм³) дан юқори даражада эканлиги, аммоний ва нитратлар бўйича ифлосланиш даражаси РЭК юқори эмаслиги аниқланди.

Қорадарё дарёсида фторидлар ўртача йиллик миқдори $0,12-0,59$ мг/дм³ оралиқда бўлиб, бу РЭК ($0,75$ мг/дм³) дан паст миқдорда, бироқ Уchteпа қишлоғи пунктида унинг миқдори Андижон шаҳри яқинидаги пунктларга нисбатан юқори (7-расм).

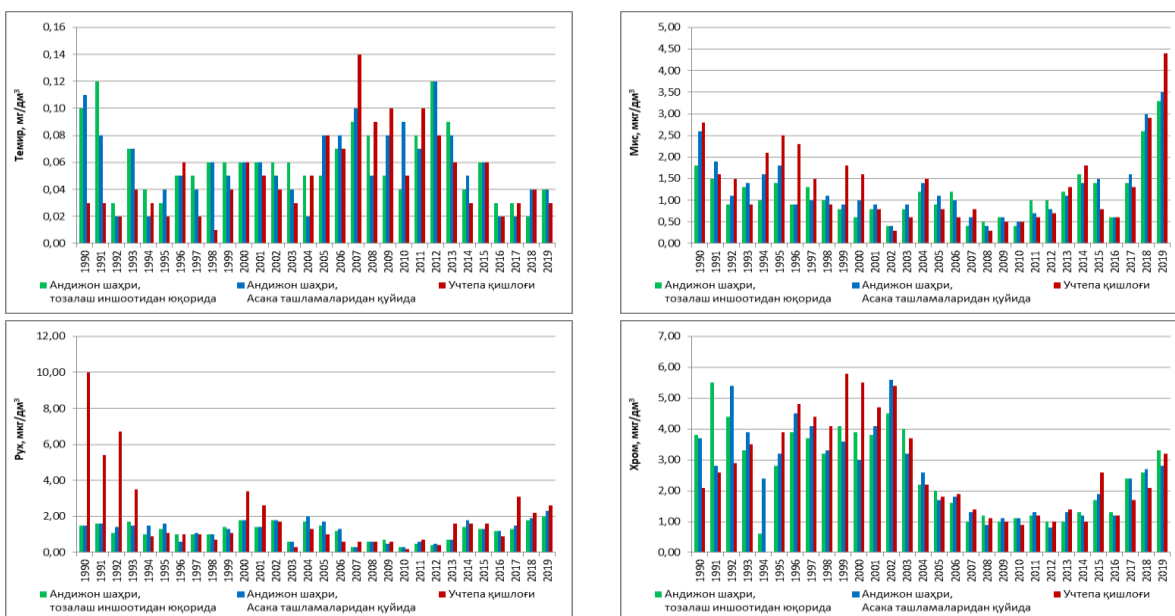
Сўнгги йилларда Қорадарё дарёсида оғир металллардан мис, рух ва хром миқдори РЭК (1 мкг/дм³, 10 мкг/дм³ ва 1 мкг/дм³) га яқин ва ундан юқори миқдорларда эканлиги аниқланди (8-расм). Қорадарё дарёсида миснинг ўртача йиллик миқдори $0,3-4,4$ мкг/дм³, рух - $0,2-10,0$ мкг/дм³, хром - $0,6-5,8$ мкг/дм³ оралиқда кузатилади.



7-расм. Қорадарё дарёси сувида азот бирикмалари ва фторидларнинг ўртача йиллик миқдори (1990-2019 йй.)

Рис. 7. Среднегодовая концентрация азотных соединений и фторидов в воде реки Карадарья (1990-2019 гг.)

Fig. 7. Average yearly concentration of nitrogen components and fluorides in the water of the Karadarya River (1990-2019)

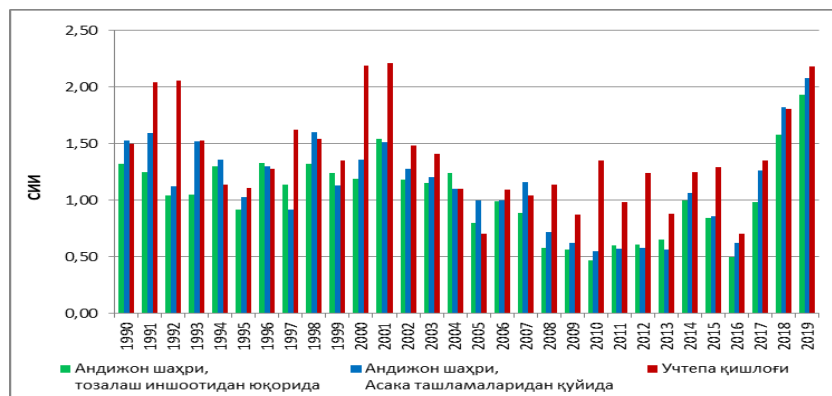


8-расм. Қорадарё дарёси сувида темир ва оғир металлларнинг ўртача йиллик миқдори (1990-2019 йй.)

Рис. 8. Среднегодовая концентрация железа и тяжелых металлов в воде реки Карадарья (1990-2019 гг.)

Fig.8. Average yearly concentration of phenols and heavy metals in the water of the Karadarya River (1990-2019)

Юқорида келтирилганидек, республикамизда сув сифатини комплекс баҳолаш учун сувнинг ифлосланиш индексидан (СИИ) фойдаланилади. Дарёнинг учта кузатув пунктларида сув сифати 1990-2019 йиллар давомида СИИ бўйича II (кучсиз ифлосланган) синфдан III (қисман ифлосланган) синф оралиғида ўзгаради (9-расм).



9-расм. Қорадарё дарёси сувнинг ифлосланиш даражаси, СИИ (1990-2019 йй.)

Рис. 9. Степень загрязнения воды реки Карадарья, ИЗВ (1990-2019 гг.)

Fig. 8. Water contamination degree of the Karadarya River, WPI (1990-2019)

Хулоса. Қорадарё дарёси суви сифатини асосий кўрсаткичларининг 1999-2019 йиллардаги маълумотлари таҳлили дарё узунлиги бўйлаб минерализация, асосий анионлар ва катионлар, органик ва биоген моддалар, оғир металллар миқдори ортиши аниқланди. Дарёнинг қуйи қисмида ифлосланишлар асосан коммунал маиший ва қишлоқ хўжалик оқаваларининг дарёга ташланиши сабабли содир бўлади. Ифлослантирувчи моддалардан нитритлар ва оғир металллар миқдори 1992-2014 йилларда РЭКдан юқори миқдорда бўлган. Сувнинг сифати СИИ бўйича кучсиз ифлосланган синфдан қисман ифлосланган синф оралиғида ўзгаради.

Муаллифлар ҳиссаси. Б.Э. Нишонов: Мақола ғояси, методология, таҳлил, матнни ёзиш, раҳбарлик. **И.Р. Разикова:** Маълумотларни тўплаш, таҳлил қилиш, графикларни тузиш, матнни ёзиш. Барча муаллифлар қўл ёзманинг нашрга тавсия этилган матн билан танишдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.

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

Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: Госкомгидромет, 1988. – 12 с.

Разикова И.Р., Нишонов Б.Э., Абдиева М.Ш. Оценка качества вод рек Нарын и Карадарья по гидрохимическим показателям // Известия географического общества Узбекистана, 52-том. – Ташкент, 2018. – С. 145-150.

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 692 с.

ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КАРАДАРЬЯ**Б.Э. НИШОНОВ¹, И.Р. РАЗИКОВА¹**¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, bnishonov@mail.ru

Аннотация. В статье на основе многолетних (1990-2019гг.) данных пунктов наблюдения качества воды на реке Карадарья исследованы месячные, внутригодовые и многолетние изменения минерализации, органического загрязнения, биогенных веществ, фторидов, тяжелых металлов и анализированы современные изменения качества воды реки. Выявлено повышение содержания этих компонентов в воде в нижнем течении реки под антропогенным влиянием.

Ключевые слова: качество воды, минерализация, органическое загрязнение, БПК, ХПК, биогенные вещества, фториды, тяжелые металлы, река Карадарья.

CHANGES OF THE KARADARYA RIVER WATER QUALITY**B.E. NISHONOV¹, R.I. RAZIKOVA¹**¹ Hydrometeorological Research Institute, bnishonov@mail.ru

Abstract. The article on the basis of long-term (1990-2019) data from water quality observation points on the Karadarya River investigated monthly, annual and long-term changes in mineralization, organic pollution, biogenic substances, fluorides, heavy metals and analyzed contemporary changes in the water quality of the river. An increase in the content of these components in the water in the lower reaches of the river under anthropogenic influence was revealed.

Keywords: water quality, mineralization, organic pollution, BOD, COD, biogenic substances, fluorides, heavy metals, Karadarya River.

REFERENCES

Alekin O.A. Osnovi gidroximii. [Basics of hydrochemistry]. – L.: Gidrometeoizdat, 1970. – 444 s. (in Russian)

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)

Metodicheskiyi rekomendatsii po formalizovannoy kompleksnoy osenke kachestva poverxnostnix i morskix vod po gidroximicheskim pokazatelyam [Methodological recommendations on formalized integrated assessment of surface and sea water quality according to hydrochemical characteristics]. – M.: Goskomgidromet, 1988. – 12 s. (in Russian)

Razikova I.R., Nishonov B.E., Abdieva M.Sh. Otsenka kachestva vod rek Narin i Karadariya po gidroximicheskim pokazatelyam // Izvestiya geograficheskogo obshchestva Uzbekistana, 52-tom. – Tashkent, 2018. – S. 145-150 (in Russian)

Shults V.L. Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1965. – 692 p. (in Russian)

ШАРҲЛАР / ОБЗОРЫ / REVIEWS**2021 ЙИЛДА ЎЗБЕКИСТОН ХУДУДИДА АТМОСФЕРА ҲАВОСИНИНГ РАДИОАКТИВ ИФЛОСЛАНГАНЛИК ҲОЛАТИ****З.А. УБАЙДУЛЛАЕВА¹, С.М. ФАЙЗИРАХМОНОВ¹, И.Р. РАЗИКОВА¹**¹ Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази

Аннотация. Мақолада Ўзгидромет кузатув пунктларида табиий муҳитнинг радиоактив ифлосланиши даражаси бўйича 2021 йилда олиб борилган кузатув ва таҳлил натижалари асосида ўртача йиллик гамма нурланиши эквивалент дозанинг кучланиши даражаси ва атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёгинларнинг ўртача йиллик умумий бета фаоллиги кўрсаткичлари келтирилган. Олинган натижалар 2021 йил Ўзбекистон Республикаси ҳудудларида атмосфера ҳавосининг радиоактив ифлосланганлик ҳолати қонун ҳужжатларида белгиланган меъёр кўрсаткичларидан ортмаганлигини кўрсатди.

Калит сўзлар: радиоактив ифлосланиши, умумий бета фаоллик, гамма нурланиши, эквивалент доза, мониторинг.

Ўзбекистонда аҳоли муҳофазаси давлат сиёсати қилиб белгиланган. Барча бажариладиган ишлар инсон манфаатига қаратилган. Шу сабабдан ўтаётган ҳар бир йиллар аҳоли хавфсизлигини яхшилашга қаратилган мақсадлар билан белгиланади, буларда озик-овқат хавфсизлиги, ижтимоий хавфсизлик ва бошқалар билан бир қаторда радиация хавфсизлиги ҳам эътиборга олинган.

Радиациявий хавфсизлик билан алоҳида мамлакатлар қатори халқаро ташкилотлар ҳам шуғулланиб келмоқда. Ўзбекистонда радиациявий хавфсизликнинг ҳуқуқий асослари яратилган, яъни 2000 йил 31 августда “Радиациявий хавфсизлик тўғрисида” қонун қабул қилинган [Радиациявий хавфсизлик тўғрисида..., 2000]. Қонуннинг асосий мақсади – радиациявий хавфсизликни, фуқаролар ҳаёти, соғлиғи ва мол-мулкни, шунингдек, атроф-муҳитни ионлаштирувчи нурланиш зарари таъсиридан муҳофаза қилишни таъминлаш билан боғлиқ муносабатларни тартибга солишдан иборат. Мазкур қонунга Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси томонидан 2011 йилда ўзгартиришлар киритилган.

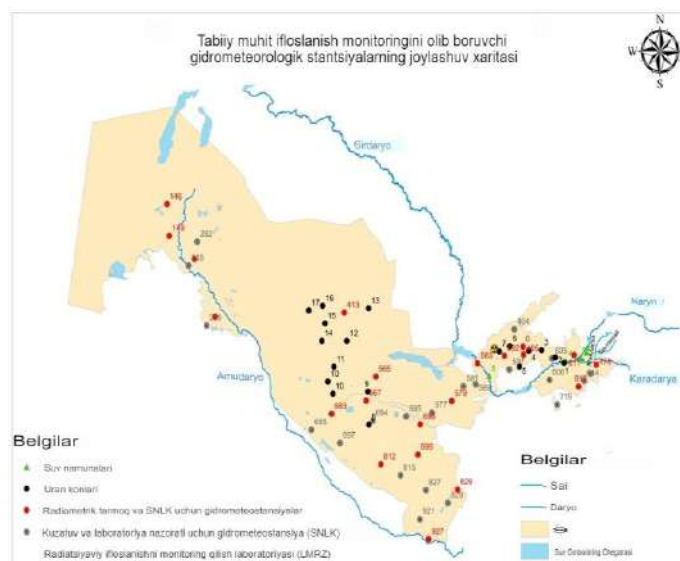
Радиациявий хавфсизликда “*Рухсат этиладиган миқдор*” кўрсаткичи асосий баҳоловчи меъёр ҳисобланади. Унинг маъноси 50 йил давомида бир текисда нурланиш олиб инсон соғлиғига сезиларли таъсир этмайдиган миқдор тушунилади. Ҳудуддаги радиация даражаси 1 мЗв/йил га етгунча аҳолини яшаши ва ишлаб чиқариш билан боғлиқ фаолияти ҳеч қандай чекловларни талаб этмайди. Бундай жойларда санитар-гигиеник тадбирлар етарли ҳисобланади. Нурланиш дозаси табиий фонга нисбатан 1 мЗв/йилдан юқори бўлган жойларда муҳофаза тадбирларини ўтказиш зарур бўлади. Аҳолининг атроф-муҳит радиоактив ифлосланиши ҳисобига нурланишидан муҳофаза қилинишини таъминлаш учун атроф-муҳит объектлари - ҳаво, сув, тупроқ, озик-овқат маҳсулотларидаги радиоактив моддалар (РМ) миқдори узлуксиз назорат қилиб турилиши лозим [Радиацион гигиена..., 2020].

Ўзбекистон Республикасида бир қатор ташкилотлар атроф-муҳитнинг радиоактив ифлосланганлиги бўйича доимий кузатувлар амалга оширади. Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази (Ўзгидромет) Ўзбекистон ҳудудида атмосфера ҳавоси ва ер усти сувларида радиоактив ифлосланиш бўйича доимий мониторингни олиб боради.

Ўзгидрометнинг Радиоактив ифлосланиш мониторинги бўлими ер усти сувлари ва атмосферанинг ер устки қатламида радиоактив ёгинлар ва аэрозоллар концентрацияси устидан мониторингни амалга оширади. Бу бўлимда гамма-нурланувчи радионуклидлар,

шунингдек, альфа-бета фаоллик таҳлили ўтказилади, эквивалент дозалар қуввати ўлчовлари амалга оширилади, атроф муҳитнинг радиоактив ифлосланиши ҳолати таҳлил қилинади ва баҳоланади, халқ хўжалигидаги таркибида зарарли моддалар бўлган ташламалар билан боғлиқ авариялар келтириб чиқарган ҳодисалар текширилади.

Ўзгидрометнинг Радиоактив ифлосланиш мониторинги бўлимига Ўзбекистон Республикаси ҳудудида жойлашган 42 та пунктдан эквивалент дозанинг кучланиш даражаси маълумотлари, 25 та станциядан атмосфера ҳавосидан олинган намуналар ва 4 та гидрологик постлардан (Сирдарё, Қорадарё, Норин, Дуқантсой) олинган сув намуналари юборилади ва таҳлил қилинади (1-расм). Таҳлил натижалари Радиоактив ифлосланиш мониторинги бўлимининг кўп йиллик маълумотлар базасига киритилади.



1-расм. Табiiй муҳит радиоактив ифлосланиши мониторинги олиб бориладиган гидрометеорологик станцияларнинг жойлашув харитаси

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

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

Мақолада Ўзгидрометнинг Радиоактив ифлосланиш мониторинги бўлимининг кўп йиллик маълумотлар базасидан олинган 2021 йилдаги таҳлил натижаларидан фойдаланилган ҳолда ўртача йиллик гамма нурланиш эквивалент дозасининг кучланиш даражаси ва атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёғинларнинг ўртача йиллик умумий бета фаоллиги кўрсаткичлари келтирилган. Эквивалент дозанинг кучланиш даражаси дозиметр (PKC107) асбоби ёрдамида, атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёғинларнинг умумий бета фаоллиги эса РУБ01П асбоби ёрдамида аниқланди.

Эквивалент доза - инсонларга кичик дозадаги муддати узайтирилган нурланиш сифатида ифодаланувчи радиацион таъсирни тавсифлаш учун киритилган. Эквивалент доза катталиги бирор-бир миқдордаги ионлаштирувчи нурланиш инсоннинг муайян бир аъзосига узлуксиз таъсир этиб турганда инсон саломатлигига етказилиши эҳтимол бўлган зиённи баҳолашга имкон беради [Радиация ҳавфсизлиги..., 2019]. Халқаро бирликлар системасида эквивалент дозанинг ўлчов бирлиги – Зиверт (Зв) қабул қилинган. Умумий бета фаоллик – бу вақт бирлиги ичида ихтиёрий равишда содир бўладиган ядровий ўзгаришларнинг ўртача сони. Халқаро бирликлар системасида умумий бета фаолликнинг бирлиги қилиб Беккерел (Бк) қабул қилинган.

Ўзгидрометнинг миллий кузатувлар ва лабораториялар мониторинг тармоғига киритилган 39 та станцияларида гамма нурланиш эквивалент дозасининг ҳар кунги мониторинг натижалари таҳлили шуни кўрсатдики, Тошкент вилоятининг Ангрен (0,230), ИЗОТОП (0,225), Фарғона вилоятининг Кува (0,203) пунктларида бошқа кузатув пунктларига нисбатан кўрсаткичлар юқори (1-жадвал). Натижалар кузатув пункти жойлашган ҳудуднинг табиий географик ўрни ва иқлимга бевосита боғлиқ. Ер сатҳида коинот нурланишининг даражаси бир хил бўлмайди ва жойнинг географик кенглигига боғлиқ бўлиб, экватордан кутбларга томон табиий радиацион фон ортиб бориши кузатилади.

1-жадвал

Ўзбекистон Республикаси ҳудудлари бўйича ўртача йиллик гамма нурланиш эквивалент дозасининг кучланиш даражаси (рухсат этилган меъёр 0,30 мкЗв/соат)

Таблица 1

Уровень интенсивности среднегодовой эквивалентной дозы гамма-излучения по регионам Республики Узбекистан (предельно допустимая норма 0,30 мкЗв/час)

Table 1

Level of intensity of the average annual equivalent dose of gamma radiation by regions of the Republic of Uzbekistan (the maximum allowable norm is 0.30 μ Sv/h)

№	Вилоятлар	Кузатув пунктлари	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ўрт. йиллик	
1	Қорақалпоғистон Республикаси	Мўйнок	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17	0,166	
2		Чимбой	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,17	0,16	0,161	
3		Нукус	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,160
4		Кўнғирот	0,18	0,18	0,19	0,18	0,21	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,185
5	Андижон вилояти	Андижон	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,173	
6		Бўз	0,16	0,16	0,21	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,13	0,13	0,155	
7	Бухоро вилояти	Бухоро	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17	0,171	
8		Қоракўл	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17	0,171	
9	Жиззах вилояти	Ғаллаорол	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,120	
10		Жиззах	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,181	
11	Навоний вилояти	Навоний	0,18	0,18	0,18	0,19	0,2	0,19	0,19	0,19	0,21	0,22	0,22	0,21	0,197	
12		Нурота	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19	0,19	0,187	
13	Наманган вилояти	Наманган	0,19	0,19	0,19	0,19	0,2	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,191	
14		Поп	0,14	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,14	0,135	
1	Самарқанд вилояти	Самарқанд	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,130	
16		Даҳбед	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,135	
17		Нуробод	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,125	
18	Сирдарё вилояти	Сирдарё	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,130	
19	Сурхондарё вилояти	Денов	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,109	
20		Шеробод	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,15	0,17	0,168	
21		Термиз	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,111	
22		Бойсун	0,13	0,14	0,14	0,13	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,16	0,15	0,15	0,14	0,142
23	Тошкент вилояти	Туябўғуз	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,16	0,133	
24		Ангрен	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
25		Ҳожикент	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,119	
26		РПЗРО	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,122	
27		ИЗОТОП	0,22	0,22	0,23	0,22	0,24	0,23	0,22	0,23	0,22	0,22	0,22	0,23	0,225	
28		Бекобод	0,1	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	0,113	
29	Тошкент шаҳри	Тошкент	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,131	
30	Фарғона вилояти	Фарғона	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,128	
31		Сариканда	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,153	
32		Кува	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,21	0,21	0,21	0,2	0,2	0,2	0,21	0,203	
33		Кўқон	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,160	
34	Хоразм вилояти	Урганч	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,151	
35		Хива	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,120	
36	Қашқадарё вилояти	Шахрисабз	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,132	
37		Муборак	0,12	0,11	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,11	0,11	0,118	
38		Ғузор	0,16	0,17	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,19	0,2	0,178	
39		Қарши	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,18	0,176
Республика миқёсида			0,151	0,154	0,152	0,156	0,154	0,154	0,154	0,154	0,155	0,155	0,154	0,154	0,154	

Ўтказилган таҳлилларга кўра, радиациявий гамма фоннинг қиймати рухсат этилган максимал даража (0,30 мкЗв/соат) дан ошмаган. Республика бўйича гамма фон ўртача қиймати 0,15 мкЗв/соат ни ташкил этади.

Атмосфера ҳавосидан олинган намуналарда атмосферанинг юза қатламидаги радиоактив аэрозоллар ва атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёгинларнинг умумий бета фаоллиги ва изотоплар таркиби аниқланади.

2-жадвалда Ўзгидрометнинг миллий кузатувлар ва лабораториялар мониторинг тармоғига киритилган 25 та станцияларидан олиб келинган намуналарда аниқланган атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёгинлар умумий бета фаоллигининг ўртача йиллик кўрсаткичлари келтирилган.

2-жадвал

Ўзбекистон Республикаси ҳудудлари бўйича атмосфера ҳавосидаги радиоактив ёгинлар умумий бета фаоллигининг ўртача йиллик кўрсаткичлари (рухсат этилган меъёр 110 Бк/м² сутка)

Таблица 2

Среднегодовые показатели суммарной бета-активности радиоактивных осадков в атмосфере по регионам Республики Узбекистан (предельно допустимая норма 110 Бк/м² в сутки)

Table 2

Average annual value of the total beta activity of radioactive fallout in the atmosphere by regions of the Republic of Uzbekistan (the maximum allowable norm is 110 Bq/m² per day)

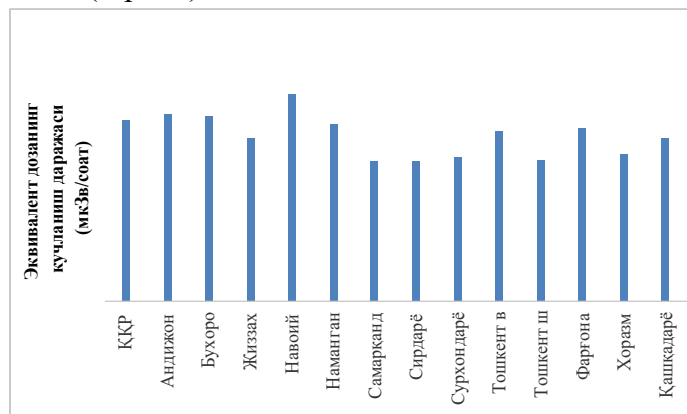
№	Худудий бўлинмалар	Кузатув пунктлари	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ўрт. йиллик
1	Қорақалпоғистон Республикаси	Мўйноқ	2,90	2,54	4,45	2,24	3,39	4,49	3,55	5,32	8,08	1,66	4,22	2,25	3,76
2		Нукус	5,20	2,65	3,32	2,43	2,98	7,09	1,59	6,78	5,84	5,48	4,90	5,01	4,44
3		Қўнғирот	4,02	1,73	3,08	2,29	2,25	2,81	4,13	3,88	4,45	7,1	2,42	2,63	3,40
4	Андижон вилояти	Андижон	-	-	-	-	-	2,25	3,99	2,87	2,63	3,25	3,97	3,32	3,18
5	Бухоро вилояти	Бухоро	3,40	2,96	4,27	3,30	3,35	2,15	3,26	3,44	4,54	4,29	3,88	2,51	3,45
6	Жиззах вилояти	Жиззах	4,00	4,38	3,82	3,55	4,20	3,79	3,14	1,5	7,32	5,66	4,67	2,51	4,05
7	Навоий вилояти	Навоий	6,10	4,27	2,45	5,79	2,18	2,17	3,04	3,97	3,61	4,07	4,96	2,13	3,73
8		Нурота	5,50	4,80	4,44	6,62	4,65	4,24	2,72	4,13	4,51	4,45	0,96	0,49	3,96
9		Томди	6,00	3,88	4,89	4,18	5,43	2,76	2,09	2,00	4,72	3,8	4,36	3,66	5,07
10	Наманган вилояти	Наманган	5,50	2,87	2,60	4,65	2,27	2,67	5,75	11,63	1,37	2,56	4,63	3,84	4,20
11	Самарқанд вилояти	Самарқанд	5,50	4,11	3,03	3,17	3,73	3,76	3,28	2,96	8,24	4,38	4,65	1,13	3,99
12	Сирдарё вилояти	Сирдарё	4,00	2,94	3,57	2,00	3,57	3,73	3,91	5,08	8,51	5,43	3,52	2,51	4,06
13	Сурхондарё вилояти	Денов	1,40	4,36	5,68	2,92	3,70	3,12	3,52	6,49	3,17	3,14	1,33	9,09	3,99
14		Термиз	3,80	3,88	3,39	4,62	3,64	4,24	3,42	3,28	4,49	6,40	5,01	3,62	4,15
15	Тошкент вилояти	Беқобод	5,50	2,40	3,16	1,93	2,88	4,35	4,50	4,58	7,39	5,73	3,50	3,01	4,08
16		Ангрен	4,70	6,40	5,30	3,93	2,52	2,00	4,20	4,62	6,78	3,84	5,91	5,10	4,61
17		Туябўғиз	4,81	3,73	3,35	2,94	3,10	5,37	3,91	4,04	5,52	3,53	5,57	5,36	4,27
18		Дукент	3,90	4,27	6,91	4,87	5,05	3,48	3,41	11,05	6,40	7,50	8,38	4,33	5,80
19		РПЗРО	6,80	2,80	8,47	4,78	4,26	4,12	7,88	3,50	4,44	13,14	2,74	5,25	5,68
20		Изотоп	8,60	3,70	6,60	5,23	5,52	3,57	5,20	3,52	3,66	8,55	5,99	9,07	5,77
21	Тошкент шаҳри	Тошкент	3,93	3,60	1,26	1,08	3,21	2,22	2,98	3,95	4,65	3,34	3,28	6,92	3,37
22	Фарғона вилояти	Фарғона	3,91	4,13	2,98	2,92	2,76	2,36	4,44	4,58	12,13	4,56	2,60	3,44	4,23
23	Хоразм вилояти	Урганч	5,50	1,37	2,61	1,53	2,42	3,62	3,73	4,65	6,08	3,23	6,04	5,15	3,83
24	Қашқадарё вилояти	Қарши	2,40	3,10	2,63	3,89	4,51	2,09	2,80	3,53	4,49	10,10	3,48	4,89	3,99
25		Шаҳрисабз	4,40	3,75	3,44	3,41	3,12	2,52	3,32	5,37	2,85	8,98	2,63	4,63	4,04
Республика бўйича			4,66	3,53	3,99	3,51	3,53	3,40	3,75	4,67	5,43	5,37	4,14	4,07	4,17

Изоҳ: “-” - ўлчашлар ўтказилмаган.

Таҳлил натижаларига кўра, атмосферадан тушадиган радиоактив ёгинларнинг республика бўйича умумий бета фаоллиги кунига ўртача 4,17 Бк/м² ни ташкил қилади. Республика бўйича энг юқори қийматлар РПЗРО (13,14 Бк/м², октябрь ойида), Фарғона (12,13 Бк/м², сентябрь ойида), Наманган (11,63 Бк/м², август ойида), Дукант (11,05 Бк/м², август ойида) кузатув станцияларидан олинган намуналарда қайд қилинган. Лекин бу миқдорлар рухсат этилган меъёрдан (110 Бк/м² сутка) ошмаган. Тошкент вилоятида

жойлашган Дуқант ($5,8 \text{ Бк/м}^2$), РПЗРО ($5,68 \text{ Бк/м}^2$), ИЗОТОП ($5,77 \text{ Бк/м}^2$) кузатув станцияларида радиоактив ёғинлар умумий бета фаоллигининг ўртача йиллик кўрсаткичлари жойнинг табиий шароити ва фаолият туридан келиб чиқиб нисбатан юқори.

Худудлар бўйича 2021 йилда гамма нурланиш эквивалент дозасининг ўртача йиллик миқдори $0,13-0,19 \text{ мкЗв/соат}$ оралиқда кузатилди. Эквивалент дозанинг энг юқори кўрсаткичи Навоий вилоятида, энг паст кўрсаткичи Самарқанд, Сирдарё, Сурхондарё ва Тошкент шаҳрида кузатилди (2-расм).

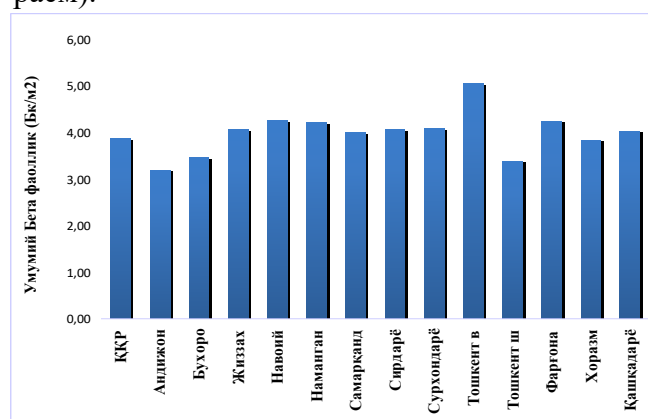


2-расм. Ўзбекистон Республикаси худудларида гамма нурланиш эквивалент дозасининг йиллик ўртача миқдори

Рис. 2. Среднегодовые количества эквивалентной дозы гамма излучения в регионах Республики Узбекистан

Fig. 2. The average annual value of the equivalent dose of gamma radiation in the regions of the Republic of Uzbekistan

Худудлар бўйича 2021 йилда атмосферадан тушадиган радиоактив ёғинларнинг умумий бета фаоллиги йиллик ўртача миқдори $3,18-5,04 \text{ Бк/м}^2$ оралиқда, Андижон вилоятида умумий бета фаоллигининг энг паст кўрсаткичи, Тошкент вилоятида энг юқори кўрсаткичи кузатилди (3-расм).



3-расм. Ўзбекистон Республикаси худудларида умумий бета фаоллигининг йиллик ўртача миқдори

Рис. 3. Среднегодовые количества общей бета активности в регионах Республики Узбекистан

Fig. 3. The average annual value of the total beta activity in the regions of the Republic of Uzbekistan

Ўзгидромет кузатув пунктларида табиий муҳитнинг радиоактив ифлосланиш даражаси устидан мунтазам олиб борилган кузатув ва таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, 2021 йил республика ҳудудида атмосфера ҳавосининг радиоактив ифлосланганлик ҳолати “Радиациявий хавфсизлик тўғрисида”ги, “Фуқаролар соғлиғини сақлаш тўғрисида”ги қонун ҳужжатларида белгиланган меъёр кўрсаткичларидан ортамаган. Ўзбекистон Республикаси ҳудудлари бўйича ўртача йиллик гамма нурланиш эквивалент дозасининг кучланиш даражаси 0,15 мкЗв/соат ни ташкил этди (рухсат этилган меъёр 0,30 мкЗв/соат). Атмосферанинг ер устки қатламида радиоактив ёгинларнинг умумий бета фаоллиги республика бўйича ўртача 4,17 Бк/м² сутка ни ташкил этди (рухсат этилган меъёр 110 Бк/м² сутка).

АДАБИЁТЛАР

Аҳмедов И.А., Саидхўжаева Н.С. Радиация хавфсизлиги. Дарслик. – Тошкент: ТИҚХММИ, 2019. – 184 б.

Саломова Ф.И., Пономарёва Л.А., Иногамова В.В. Радиацион гигиена. Ўқув қўлланма. - Тошкент: Ўзқитобсавдо, 2020. – 172 б.

Ўзбекистон Республикасининг “Радиациявий хавфсизлик тўғрисида”ги Қонуни. 2000 йил 31 август.

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

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

СОСТОЯНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА В 2021 ГОДУ

З.А. УБАЙДУЛЛАЕВА¹, С.М. ФАЙЗИРАХМОНОВ¹, И.Р. РАЗИКОВА¹

¹ Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан

Аннотация. В статье на основе результатов наблюдения и анализа уровня радиоактивного загрязнения природной среды в 2021 году на пунктах наблюдения Узгидромета приведены среднегодовые уровни эквивалентной дозы гамма-излучения и среднегодовая суммарная бета-активность радиоактивных осадков в атмосферном воздухе. Полученные результаты показали, что в 2021 году состояние радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха на территории Республики Узбекистан не превышало норм установленных законодательством.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, суммарная бета-активность, гамма-излучение, эквивалентная доза, мониторинг.

THE STATE OF RADIOACTIVE AIR POLLUTION IN UZBEKISTAN IN 2021

Z.A. UBAIDULLAEVA¹, S.M. FAYZIRAKHMONOV¹, I.R. RAZIKOVA¹

¹ Center of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan

Abstract. In the article, based on the results of observation and analysis of the level of radioactive pollution of the natural environment in 2021 at the observation points of Uzhydromet, the average annual levels of the equivalent dose of gamma radiation and the average annual total beta activity of radioactive fallout in the atmospheric air are given. The results obtained showed that in 2021 the state of radioactive contamination of atmospheric air in the territories of the Republic of Uzbekistan did not exceed the norms established by law.

Keywords: radioactive contamination, total beta activity, gamma radiation, equivalent dose, monitoring.

REFERENCES

Axmedov I.A., Saidxodjaeva N.S. Radiatsionnaya bezopasnost [Radiation safety]. Uchebnik. - Tashkent: TIIMSX, 2019. – 184 b. (in Uzbek)

Salomova F.I., Ponomaryova L.A., Inogamova V.V. Radiatsionnaya gigiena [Radiation hygiene]. Metodicheskoe posobie. – Tashkent: Uzkitobsavdo, 2020. – 172 b. (in Uzbek)

Zakon Respubliki Uzbekistan «O radiatsionnoy bezopasnosti» [Law of the Republic of Uzbekistan "On Radiation Safety"]. 31 avgusta 2000 g. (in Russian)

Zakon Respubliki Uzbekistan «O sanitarnom nadzore» [Law of the Republic of Uzbekistan "On Sanitary Supervision"]. Sbor yuridicheskix dokumentov. - T.: 2006, № 41. (in Russian)

Zakon Respubliki Uzbekistan «Ob ohrane zdorovya grajdan» [Law of the Republic of Uzbekistan "On the Protection of the Health of Citizens"]. Sbor yuridicheskix dokumentov. - T.: 2007, № 40. (in Russian)