

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ХИЗМАТИ МАРКАЗИ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ВА АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

ИЛМИЙ ЖУРНАЛ

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**HYDROMETEOROLOGY
AND ENVIRONMENTAL MONITORING**

SCIENTIFIC JOURNAL

№3

2021

ISSN 2181-1261

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

№ 3

2021

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 Эркинович

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

Бош муҳаррир:

Холматжанов Бахтияр Маҳаматжанович,
г.ф.д.

Бош муҳаррир ўринбосари:

Ҳикматов Фазлиддин,
г.ф.д., проф.

Таҳрир ҳайъати аъзолари:

Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Азизов Азамат Атакузиевич, к.ф.н., доц. (Ўзбекистон); Азизова Раъно Гаффаровна, к.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Арушанов Михаил Львович, г.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Аҳмедова Тамара Абдурахимовна, тех.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Бабушкин Олег Леонидович, г.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Верещагина Наталья Григорьевна, к.ф.н. (Ўзбекистон); Грингоф Иосиф Генрихович, б.ф.д., проф. (Россия); Гущина Дарья Юрьевна, г.ф.д. (Россия); Дергачёва Ирина Викторовна, г.ф.ф.д. (Ўзбекистон); Камалов Баходир Асамович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Карандаева Лидия Михайловна, тех.ф.н., к.и.х. (Ўзбекистон); Мамаджанова Гавхар Аҳматхоновна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Махмудов Илҳом Эрназарович, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Мурадов Шухрат Одилевич, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Мягков Сергей Владимирович, тех.ф.д., к.и.х. (Ўзбекистон); 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); Сафаров Эшқабул Юлдашевич, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон); Тлеумуратова Бибиғуль Сарибаевна, ф.-м.ф.д. (Ўзбекистон); Тургунов Данияр Маннапжанович, г.ф.ф.д. (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); Цквитинидзе Зураб Иродионович, г.ф.д., проф. (Грузия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, г.ф.д., проф. (Қозғистон); Чередниченко Александр Владимирович, г.ф.д., проф. (Қозғистон); Чуб Виктор Евгеньевич, г.ф.д. (Ўзбекистон); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, г.ф.д., доц. (Ўзбекистон); Юнусов Голиб Ходжаевич, г.ф.н., доц. (Ўзбекистон); Якубов Мурод Адилевич, тех.ф.д., проф. (Ўзбекистон).

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

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

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

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

Таъсисчи: Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази

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

ISSN 2181-1261

© Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази, 2021

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель редакционного совета:

Хабибуллаев Шерзод
Хабибуллахужаевич

Ответственный секретарь:

Рузиева Малохат Бахтиёровна

Члены редакционного совета:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Холматжанов Бахтияр Махаматжанович,
д.г.н.

Заместитель главного редактора:

Хикматов Фазлиддин,
д.г.н., проф.

Члены редакционной коллегии:

Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, д.г.н, доц. (Узбекистан); Азизов Азамат Атакузиевич, к.х.н., доц. (Узбекистан); Азизова Раъно Гаффаровна, к.х.н., с.н.с. (Узбекистан); Арушанов Михаил Львович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Ахмедова Тамара Абдурахимовна, к.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Бабушкин Олег Леонидович, к.г.н., с.н.с. (Узбекистан); Верещагина Наталья Григорьевна, к.х.н. (Узбекистан); Грингоф Иосиф Генрихович, д.б.н., проф. (Россия); Гущина Дарья Юрьевна, д.г.н. (Россия); Дергачёва Ирина Викторовна, д.ф.г.н. (Узбекистан); Камалов Баходир Асамович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Карандаева Лидия Михайловна, к.т.н., с.н.с. (Узбекистан); Мамаджанова Гавхар Ахматхоновна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Махмудов Илхом Эрназарович, д.т.н., проф. (Узбекистан); Мурадов Шухрат Одилович, д.т.н., проф. (Узбекистан); Мягков Сергей Владимирович, д.т.н., с.н.с. (Узбекистан); 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); Сафаров Эшкабул Юлдашевич, д.т.н., проф. (Узбекистан); Тлеумуратова Бибигуль Саробаевна, д.ф.-м.н. (Узбекистан); Тургунов Данияр Маннапжанович, д.ф.г.н. (Узбекистан); Умирзаков Гулям Унгарбаевич, д.ф.с.-х.н. (Узбекистан); 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); Цквитинидзе Зураб Иродионович, д.г.н., проф. (Грузия); Чембарисов Эльмир Исмаилович, д.г.н., проф. (Узбекистан); Чередниченко Александр Владимирович, д.г.н., проф. (Казахстан); Чуб Виктор Евгеньевич, д.г.н. (Узбекистан); Эгамбердиев Хамракул Турсункулович, д.г.н., доц. (Узбекистан); Юнусов Голиб Ходжаевич, к.г.н., доц. (Узбекистан); Якубов Мурод Адилевич, д.т.н., проф. (Узбекистан).

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

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

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

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

Учредитель: Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан.

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

EDITORIAL COUNCIL

Chairman of the Editorial Council:

Sherzod Khabibullakhujaevich
Khabibullaev

Assistant Editor:

Ruzieva Malokhat Bakhtiyorovna

Members of the Editorial Council:

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

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

Bakhtiyar Makhamatjanovich Kholmatjanov,
D.Sc. in Geog.

Deputy Editor-in-Chief:

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

Members of the Editorial Board:

Bakhtiyor Embergenovich Adenbaev, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Azamat Atakuzievich Azizov**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Rano Gaffarovna Azizova**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Mikhail Lvovich Arushanov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Tamara Abdurakhimovna Akhmedova**, *Ph.D. in Tech. Sci. (Uzbekistan)*; **Oleg Leonidovich Babushkin**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Natalya Grigoryevna Vereshchagina**, *Ph.D. in Chem. Sci. (Uzbekistan)*; **Iosiph Genrikhovich Gringof**, *D.Sc. in Biol. (Russia)*; **Darya Yuryevna Gushchina**, *D.Sc. in Geog. (Russia)*; **Irina Viktorovna Dergacheva**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Bakhodir Asamovich Kamalov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Lidiya Mikhaylovna Karandaeva**, *Ph.D. in Tech. Sci. (Uzbekistan)*; **Gavkhar Akhmatkhonovna Mamadjanova**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Ilkhom Ernazarovich Makhmudov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Shukhrat Odilovich Muradov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Sergey Vladimirovich Myagkov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **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)*; **Eshkabal Yuldashevich Safarov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*; **Bibigul Saribaevna Tleumuratova**, *D.Sc. in Phys. & Math. (Uzbekistan)*; **Daniyar Mannapjanovich Turgunov**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Gulyam Ungarbaevich Umirzakov**, *Ph.D. in Agri. Sci. (Uzbekistan)*; **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)*; **Zurab Irodionovich Tskvitinidze**, *D.Sc. in Geog. (Georgia)*; **Elmir Ismailovich Chembarisov**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Alexander Vladimirovich Cherednichenko**, *D.Sc. in Geog. (Kazakhstan)*; **Viktor Evgenievich Chub**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Khamrakul Tursunkulovich Egamberdiev**, *D.Sc. in Geog. (Uzbekistan)*; **Golib Khodjaevich Yunusov**, *Ph.D. in Geog. Sci. (Uzbekistan)*; **Murod Adilovich Yakubov**, *D.Sc. in Tech. (Uzbekistan)*.

When using materials published in the journal, it should be noted that they are "taken from the scientific journal "Hydrometeorology and Environmental Monitoring". The authors are responsible for the evidence and information presented in the article. The Editorial Board 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 by copyright.

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

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

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

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

МУНДАРИЖА

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Б.А. Камалов

«Иклим» ва иссиқхона эффекти тўғрисида 8

В.С. Никитина

Шамол тезлигини ўлчаш аниқлигини баҳолаш усулини ишлаб чиқиш ва кўллаш 17

Б.А. Камалов, М.Р. Қориев

Адир худудларида суғормасдан боғ яратиш бўйича тажриба натижалари 26

ГИДРОЛОГИЯ

Ф.Ҳ. Ҳикматов, Ғ.Х. Юнусов, Д.М. Турғунов

Тоғ дарёларида кам сувли йилларни уларнинг мавсумий оқим миқдорлари асосида аниқлаш масалалари 36

А.Ж. Мамараимов, Б.Э. Нишонов, А.А. Гафуров, А.А. Гафуров, У.Б. Адхамов

Пскем дарё ҳавзасида мавсумий қор чизигининг ўзгаришларини масофадан зондлаш маълумотларидан фойдаланган ҳолда ўрганиш 45

А.Я. Исакова, Ф.Ҳ. Ҳикматов

Ёмғир сувларидан ҳосил бўлган максимал сув сарфларини ҳисоблаш (Паркентсой ҳавзаси мисолида) 56

З.Ф. Ҳақимова, Ғ.Х. Юнусов, М.Т. Хўжамова

Тоғ дарёлари оқимининг шаклланишига атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳароратининг биргаликдаги таъсирини статистик баҳолаш 65

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

В.Н. Тальских, Л.А. Саидмахмудова, Г.К. Ишчанова

Гидробиологик тадқиқот маълумотларига кўра Ўзбекистонда *Pleurosira laevis* (*Ehrenberg*) *Compère* диатомли сув ўтларининг экологик хусусиятлари 74

Б.Э.Нишонов, И.Р.Разиқова

Сурхондарё дарёси сув сифатининг замонавий ўзгаришлари 79

ШАРҲЛАР

Л.А. Саидмахмудова, В.Н. Тальских, О.Д. Герасимова, Г.К. Ишчанова

Тошкент вилоятидаги сув ҳавзаларининг 2019-2020 йиллардаги экологик ҳолати 89

ХОТИРА ВА ЮБИЛЕЙЛАР

Аъло Қаюмходжаевич Абдуллаев

(таваллудининг 80 йиллигига) 98

Сергей Владимирович Мягков – 60 ёшда! 101

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Б.А. Камалов

О «климате» и парниковом эффекте 8

В.С. Никитина

Разработка и применение методики оценки точности измерения скорости ветра 17

Б.А. Камалов, М.Р. Кориев

Результаты опытов по созданию садов без орошения на адырных территориях 26

ГИДРОЛОГИЯ

Ф.Х. Хикматов, Г.Х. Юнусов, Д.М. Тургунов

Вопросы определения маловодных лет на горных рек на основе сезонных величин их стока 36

А.Ж. Мамараимов, Б.Э. Нишонов, А.А. Гафуров, А.А. Гафуров, У.Б. Адхамов

Исследование изменений сезонной снеговой линии в бассейне реки Пскем по данным дистанционного зондирования 45

А.Я. Исакова, Ф.Х. Хикматов

Расчет максимальных расходов воды, сформированных за счет дождевых вод (на примере бассейна реки Паркентсай) 56

З.Ф. Хакимова, Г.Х. Юнусов, М.Т. Хужамова

Статистическая оценка совместного влияния атмосферных осадков и температуры воздуха на формирование стока горных рек 65

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В.Н. Тальских, Л.А. Саидмахмудова, Г.К. Ишчанова

Особенности экологии диатомовой водоросли *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) *Comptèrè* в Узбекистане по данным гидробиологических исследований 74

Б.Э. Нишонов, И.Р. Разикова

Современные изменения качества воды реки Сурхандарья 79

ОБЗОРЫ

Л.А. Саидмахмудова, В.Н. Тальских, О.Д. Герасимова, Г.К. Ишчанова

Экологическое состояние водотоков Ташкентской области в 2019-2020 годах 89

ХРОНИКА И ЮБИЛЕИ

Аъло Каюмходжаевич Абдуллаев

(к 80-летию со дня рождения) 98

Сергею Владимировичу Мягкову – 60 лет! 101

CONTENTS

METEOROLOGY

B.A. Kamalov

About "Climate" and Greenhouse Effect 8

V.S. Nikitina

Development and Application of the Method for Assessing the Accuracy
of Measuring the Wind Speed 17

B.A. Kamalov, M.R. Koriyev

Results of Experiences in Cresting Gardens Without Irrigation
in Adyr Territories 26

HYDROLOGY

F.Kh. Khikmatov, G.Kh. Yunusov, D.M. Turgunov

Issues of Determining Low-water Years on Mountain Rivers Based
on Seasonal Values of their Runoff 36

**A.J. Mamaraimov, B.E. Nishonov, A.A. Gafurov, A.A. Gafurov,
U.B. Adkhamov**

Using Remote Sensing Data to Study the Seasonal Dynamics of Snowline
in the Pskem River Basin 45

A.Ya. Isakova, F.Kh. Khikmatov

Estimation of Maximum Water Discharge Formed by Rainfall Flood
(on the Example of Parkentsay River Basin) 56

Z.F. Khakimova, G.Kh. Yunusov, M.T. Khuzhamova

Statistical Evaluation of the Combined Effect of Atmospheric Precipitation
and Air Temperature on the Formation of Mountain River Flow 65

ENVIRONMENTAL MONITORING

V.N. Talskikh, L.A. Saidmakhmudova, G.K. Ishchanova

Features of the Ecology of the Diatom *Pleurosira laevis (Ehrenberg) Compère*
in Uzbekistan According to Hydrobiological Research Data 74

B.E. Nishonov, R.I. Razikova

Contemporary Changes of the Surkhandarya River Water Quality 79

REVIEWS

**L.A. Saidmakhmudova, V.N. Talskikh, O.D. Gerasimova,
G.K. Ishchanova**

Environmental State of Watersheds in Tashkent Region in 2019-2020 89

CHRONICLE AND ANNIVERSARIES

A'lo Kayumkhodjaevich Abdullaev

(on the 80th Anniversary of His Birth) 98

Sergey Vladimirovich Myagkov is 60 Years Old! 101

МЕТЕОРОЛОГИЯ**METEOROLOGY**

УДК 551.583:341.12

О «КЛИМАТЕ» И ПАРНИКОВОМ ЭФФЕКТЕ**Б.А. КАМАЛОВ¹**¹ Наманганский государственный университет, kamolov-1942@inbox.ru

Аннотация. В статье обсуждаются вопросы определения термина «климат» и причины глобального потепления. Считается, что термин «климат» происходит от греческого слова «klima», означающего «наклон» и его связывают с наклоном падающих солнечных лучей к поверхности земли или наклоном оси вращения Земли к плоскости ее орбиты, что более применимо к «погоде» сутки, месяца и года. Поэтому автор предлагает этот термин отнести ко всем «наклонам» (отклонениям), обеспечивающим развитие всего естества и всех его частей, в т.ч. климата. Отмечается большой вклад усиления парникового эффекта в глобальное потепление (со всеми его негативными последствиями), что подтверждается высоким ростом температуры воздуха в полярных областях и почти отсутствием потепления в экваториальной зоне. Указывается, что рост концентрации CO₂ в атмосфере происходит в основном из-за беспрецедентного роста добычи и потребления углеводородов, особенно металлургией и отраслями, потребляющими ее продукции, которыми создаются в настоящее время около 80% мирового ВВП.

Ключевые слова: климат, глобальное потепление, концентрация CO₂, антропогенный фактор, температура воздуха.

Введение. В Географическом энциклопедическом словаре 1988 года издания, *климат* определяется как «...многолетний режим погоды в той или иной местности, одна из ее важнейших географических характеристик. Климат – результат климатообразующих процессов, непрерывно протекающих в атмосфере и деятельном слое» [Географический ..., 1988]. Основные особенности климата определяются поступлением солнечной радиации, процессами циркуляции воздушных масс, характером подстилающей поверхности. Из географических факторов, влияющих на климат отдельного региона, наиболее существенны широта и высота местности, близость его к морскому побережью, особенности орографии и растительного покрова, наличие снега и льда, степень загрязнённости атмосферы. Эти факторы осложняют широтную зональность климата и способствуют формированию местных вариантов.

По С.И.Костину, «*Климатом* называется закономерная последовательность атмосферных процессов, создающаяся в данной местности в результате взаимодействия солнечной радиации, атмосферной циркуляции и физических явлений, происходящих на подстилающей поверхности, и обуславливающая в этой местности характерный для нее режим погоды. С количественной стороны климат обычно характеризуется средними величинами крайними значениями климатических элементов – температуры и влажности воздуха, облачности, осадков, ветров и т.д., выведенных на основании многолетних наблюдений. Большое значение для характеристики климата имеют данные о воздушных массах, вторгающихся в данную местность, т.е. данные, характеризующие их физические свойства, происхождение, частоту вторжения и т.д.» [Костин, 1955].

А.С.Монин считал, что «под климатом следует понимать статистический режим короткопериодных (с периодами меньше десятков лет) колебаний метеорологических полей» [Монин, 1972], а после указал, что «*климатом* называется статистический ансамбль состояний, проходимой системой АОС (атмосфера-океан-суша – Б.К.) за периоды времени в несколько десятилетий» [Монин, 1982].

Согласно Б.П.Алисова, «*Климат* в широком смысле можно определить, как совокупность всех внешних воздействий на земную поверхность – радиационных, гидротермических, механических. В более узком значении *климат* понимается как одна из физико-географических характеристик местности, как зависящей от географического положения многолетний режим солнечной радиации, земного излучения, температуры воздуха и почвы, увлажнения и ветра» [Алисов, Полтараус, 1974].

Как видно, эти определения по существу не отличаются друг от друга, различие только в изложении. Н.А.Ясаманов указывает на отсутствие в этих определениях роли биосферы при формировании и эволюции климата [Ясаманов, 1985].

Целью и задачей исследования являются уточнение определения термина «климат» и причин глобального потепления.

Объектом исследования является климат, а предмет – исследование его изменения.

Обсуждение. Во всех определениях отмечается, что термин *климат* происходит от греческого слова *klima (klimatos)*, означающего наклон, т.е. наклон к поверхности земли падающих солнечных лучей. Однако он меняется в течении суток, месяца, года и т.д., и поэтому термин «*климат*»-«*наклон*» больше подходит для определения термина «погода». Только А.С.Монин [Монин, 1972] *климат-наклон* связывает с наклоном оси вращения Земли к плоскости ее орбиты. Но, такое определение тоже ограничивает его применимость продолжительностью одного года, что не соответствует определению термина *климат*. Возможно, предки греков под этим термином понимали не только наклон падения солнечных лучей или наклон земной оси, но и все наклоны (отклонения) на поверхность земли, отклонения орбиты (эксцентриситет) Земли, прецессии и др. Здесь можно упомянуть то, что мир наш так устроен и развитие всего естества и его частей, включая мельчайших, основано на отклонениях. Даже ДНК двух близнецов имеет разницу в 0,1%.

Иное определение *климата* дано М.Л.Арушановым: «*Климат* - это открытая периодически меняющаяся термодинамическая система, сохраняющая состояние стационарности или близкое к нему с постоянным значением производства энтропии на определенных интервалах времени» [Арушанов, 2021]. Такое определение он считает формализованной «в рамках физической конструкции», считая, что в других определениях нет физики. Если от его определения убрать слово «климат», то трудно понять, о чем речь. А термин и его определение должны быть понятны всем. Поэтому целесообразно дополнить определение Арушанова после слова «система» словами из определения Алисова, «земной поверхности, формирующаяся под влиянием радиационных, гидротермических, механических и других воздействий» и далее по тексту.

В книге М.Л.Арушанова «Климатический спектр планеты Земля», изданной в 2010 г. (где содержание вышеупомянутой статьи было приведено в разделе «Формализация понятия «климат»»), было отмечено, что «...вплоть до 1978 года неизменность светимости Солнца считалась как бы, неопровержимым фактом. В связи с этим и было введено понятие «солнечной постоянной». Это заблуждение явилось одной из главных причин критического отношения к работам, в которых погодные и климатические изменения связывались с вариациями солнечной активности» [Арушанов, 2010].

Однако такое утверждение не соответствует действительности, о чем свидетельствуют гипотезы Симпсона (1934), Шелли (1963), Флинта (1963) и др., которые связывали смену климата с изменениями солнечной постоянной [Сергин, Сергин, 1978]. О колебании солнечной постоянной А.С.Монин писал еще в 1972 г., ссылаясь на работы Эпика (1953), Митчелла (1966), Бернара (1968) и др. [Монин, 1972]. Кроме этого, значение солнечной постоянной «заключено в интервале 1368-1377 Вт/м², (причем максимальный разброс, от 1322 до 1428 Вт/м², вполне укладывается в пределы ошибок измерений и может иметь чисто случайный характер...» (выделено мною, Б.К.) [Монин, 1982]. Интенсивность же солнечной радиации по Арушанову колеблется в еще более узких пределах 1363-1367 Вт/м² (рис. 1). Кроме того, при наличии тесной связи вариации «солнечной постоянной» с числом Вольфа [Арушанов, 2010], на этом рисунке с 1700 года по 2000 год наблюдается почти равномерное повышение солнечной постоянной, что не соответствует ходу чисел Вольфа (рис. 2). Последний показывает отсутствие какого-либо направленного изменения солнечной активности.

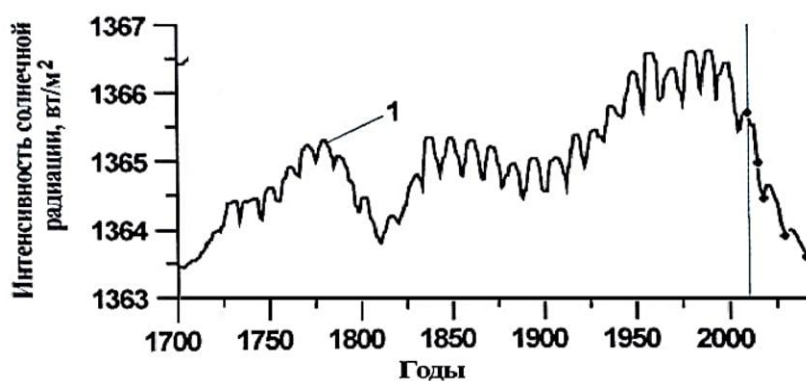


Рис. 1. Динамика солнечной радиации за последние 300 лет [Арушанов, 2021]

Fig. 1. Dynamics of solar radiation over the past 300 years [Arushanov, 2021]

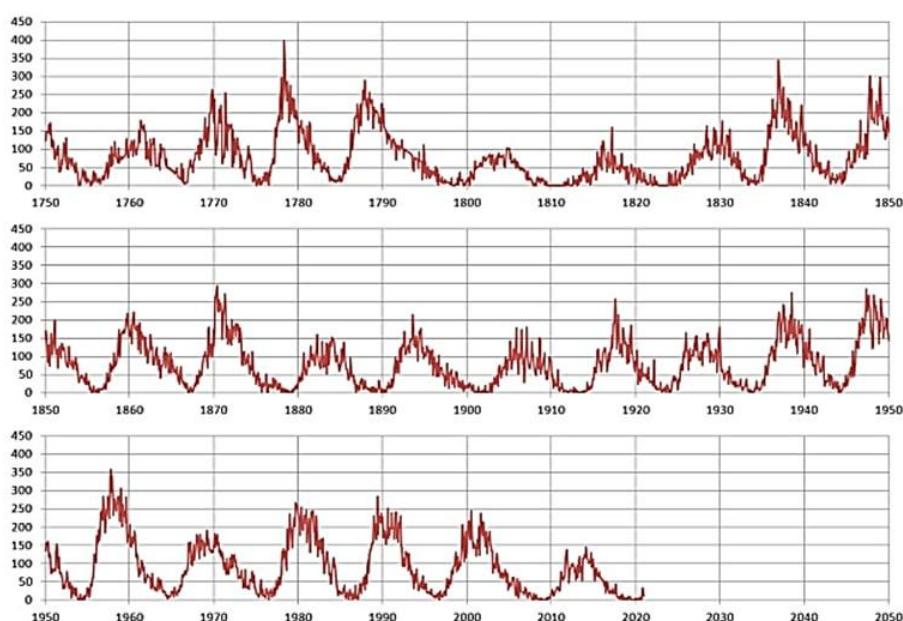


Рис. 2. Среднемесячное число Вольфа

Fig. 2. Average monthly Wolf numbers

Что касается других факторов, отметим следующее.

Начнем с астрономических факторов – наклона земной оси к плоскости орбиты, прецессии земной оси и ее эксцентриситета. Наклон земной оси изменяется в пределах $22,068-24,568^\circ$, с периодом изменений 41 тыс. лет. При увеличении наклона земной оси годовые суммы солнечной радиации в высоких широтах увеличиваются, что может привести к некоторому уменьшению полярных льдов, а при уменьшении – наоборот.

Эксцентриситет земной орбиты колеблется в пределах $0,0007-0,0658$ (в настоящее время $0,017$) с основным периодом 100 тыс. лет. Он сказывается в продолжительности времен года. При одинаковом количестве получаемой радиации каждым из полушарий в зимний и летний сезоны, на перигелии сезон короткий, но теплее, на афелии – сезон длинный, но прохладный. При возрастании эксцентриситета разность в продолжительности сезонов растет. В настоящее время перигелий находится в начале января, а афелий – июля, что делает лето прохладнее, а зиму теплее.

Прецессия (П) земной оси имеет периодичность в 21 тыс. лет и может иметь следующие положения:

$P=0^\circ$. Момент весеннего равноденствия в перигелии, осеннего - в афелии; длительность зимы и лета равны.

$P=90^\circ$. Момент зимнего солнцестояния в перигелии, летнего в афелии, зима короткая, теплая, лето длительное, прохладное.

$P=180^\circ$. Момент весеннего равноденствия в афелии, осеннего в перигелии, продолжительность лета и зимы равны.

$P=270^\circ$. Момент зимнего солнцестояния в афелии, осеннего в перигелии, зима длительная, холодная, лето короткое теплое [Сергин, Сергин, 1978].

Отметим что, для развития оледенения необходимо сочетание наименьшего наклона земной оси, наибольшего значения эксцентриситета и приближение прецессии к 90° или 270° . В настоящее время наклон земной оси составляет $23,7^\circ$ (близок к максимуму), эксцентриситет – $0,017$ (близок к минимуму), прецессия – $99,5^\circ$. Они, как показывают их значения, тянут к потеплению. Может быть, это и способствовало остановке малого ледникового периода и последующему повышению температуры, которое продолжается до настоящего времени. А в начале XX века потепление усилилось, возможно из-за роста концентрации CO_2 в составе атмосферы (рис. 3).

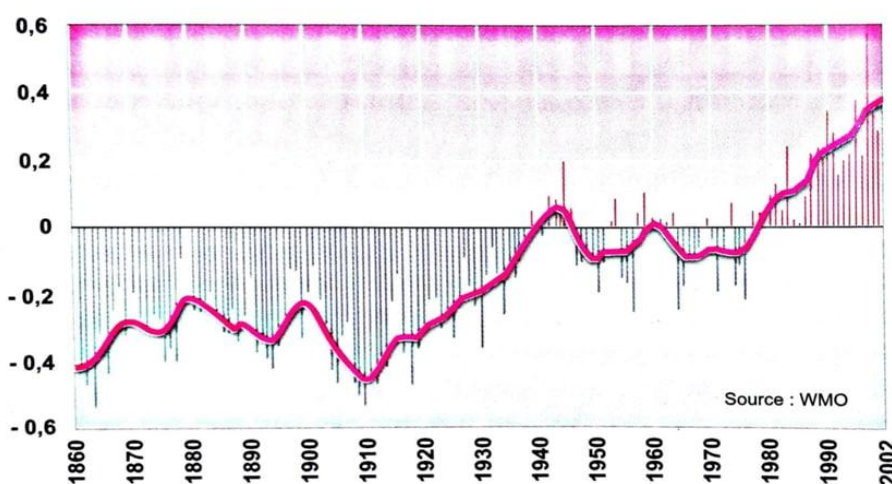


Рис. 3. Изменение среднегодовой глобальной температуры воздуха (отклонение от средних за 1961-1990 гг.) [Осокова и др., 2005].

Fig. 3. Change in the average annual global air temperature (deviation from the average for 1961–1990) [Ososkova et al., 2005].

Как известно, постоянные газы (азот, кислород и др.) не излучают тепловую радиацию, а переменные (H_2O , CO_2 , озон) обладают сильным тепловым излучением и их влияние на тепловой режим системы «Земля-атмосфера» существенно. М.Л.Арушанов пишет, что «парниковый эффект» характеризуется разностью средней температуры поверхности Земли – 288К и ее эффективной температурой и приводит величину парникового эффекта в текущее время – 306,15К [Арушанов, 2010]. Как видно, цифра, если она верная, внушительная.

Известно, что теплообмен состоит из радиационного и конвективного составляющих. В традиционном понимании «парникового эффекта» в атмосфере доминирует радиационный теплообмен. По Арушанову, в тропосфере доминирует конвективный теплообмен и это служит основанием для отрицания каких-либо возможностей отрицательных последствий глобального потепления; даже при удвоении концентрации CO_2 не будет никакого катастрофического повышения температуры, считает он. Далее, указывает, что повышение приземной температуры усиливает испарение и образование облачности, которое «приводит к повышению альbedo планеты и отражательной способности земной атмосферы, что, в конечном счете, приводит к увеличению отраженной от облаков в космос солнечной радиации и, теперь уже, снижению температуры земной поверхности до прежнего уровня. Функционирование этой естественной системы – один из наглядных примеров самоорганизации (саморегуляции) атмосферных процессов» [Арушанов, 2010]. Если это так, то почему она, несмотря на рост концентрации CO_2 , не проявляется в настоящее время?

Далее, на поверхности земного шара одновременно занимаемая конвекцией площадь не может иметь большую площадь. Например, облачные поля на северном полушарии более чем в 70 % случаев имеют площадь 0,25-4 млн. км² и только иногда достигает 5 млн. км² [Мазин, Шметер, 1983]. На остальной территории доминирует радиационный теплообмен. Также указывается, что большая часть поступившего в атмосферу CO_2 должна растворится в океанических водах. Тогда чем объяснить постоянный рост его концентрации в атмосфере в более чем столетний период?

При оценке вклада антропогенных составляющих в изменение глобальной температуры, Арушанов ссылаясь на работу Крученицкого [2007], отмечает, что наблюдаемая тенденция к повышению температуры за последние 150 лет, является кажущейся и носит флуктуационный характер. Так ли это? Во-первых, потепление идет с конца малого ледникового периода, т.е. охватывает значительно более длинный период, чем 150 лет. Во-вторых, более резкий рост глобального потепления начался с начала XX века в соответствии с началом роста концентрации CO_2 (рис. 3). В-третьих, рост концентрации CO_2 и глобальное потепление идут без каких-либо флуктуаций. В-четвертых, вклад парниковых газов в формирование глобальной температуры по данным Х.Абдусаматова составляет 2,1 Вт/м² [Арушанов, 2010]. Однако, такой вклад считают на порядок меньшим, чем вклад естественных факторов. При вкладе альbedo в 10,3 Вт/м², тропических циклонов – в 4,4 Вт/м², вклад парниковых газов в 2,1 Вт/м² не маленький и соответствует современному потеплению. Отметим, что амплитуда солнечной постоянной в течении 11 летнего цикла достигает всего 1,3 Вт/м², что значительно меньше, чем вклад парниковых газов в потепление атмосферы. Все это подтверждает антропогенность современного потепления, продолжающегося несмотря на резкое уменьшение солнечной активности с конца XX века, на основе чего был дан прогноз на резкое похолодание в начале XXI века, который не оправдался.

Надо отметить, что имеются много других причин изменения климата. Среди них отмечается изменения местоположения полюса, хотя известно, что экваториальное вздутие старается этого не допустить. Этому подтверждение результаты измерений широтных станций местоположения полюса, которые не выходят за пределы 25 м, что

вполне может быть связан с точностью измерений. Среди причин потепления ссылаются также на тектонику литосферных плит, которая может повлиять на уровень океана.

В середине XX века ряд исследователей, например, Д.Д.Иваненко и М.У.Сагитов начали развивать гипотезу расширения Земли [Магницкий, 1965]. Как известно, Земля имеет слоистую структуру. Отсюда следует, что первоначально она была в расплавленном состоянии, и в результате гравитационной дифференциации были сформированы ядро, мантия, земная кора. Значит, первичная кора тоже должна была покрыть всю Землю. Затем в процессе расширения Земли, континентальная кора была разорвана на куски – континенты, которые начали расходиться, и между ними образовалось дно океанов. Эта гипотеза, как отмечал В.А.Магницкий, устраняет многие недостатки других гипотез, не противоречит данным геофизики, например, о расширении при разогреве, и хорошо объясняет ряд особенностей строения Земли, как например, образование срединно-океанических валов с их срединной рифтовой долиной, появление Красного моря и др. В.А.Магницкий указал также на недостатки гипотезы расширения Земли: 1. Поскольку площадь океанов в 3-4 раза больше площади континентов, то расширение Земли требует увеличение его радиуса вдвое. 2. Как расширение могло быть столь неравномерным, что континенты концентрировались в одном полушарии. 3. Почему Земля существовала миллиарды лет, не испытывая сильного расширения Земли и лишь 200 миллионов лет назад испытала такое гигантское увеличение объема?

В настоящее время вопрос о расширении Земли и его причины, подтверждены геофизикой. По поводу размеров расширения, к площади континентов следует включить площади шельфа и материкового склона. Средняя глубина нижней границы материкового склона равна 4 км. Согласно гипсографической кривой 60% земной поверхности находится выше глубины 4 км, что составляет $306 \cdot 10^6$ км². Радиус шара с такой площадью составляет чуть более 4900 км. Значит, радиус Земли увеличился на 1471 км. Если даже считать, что это было за 200 млн лет, то тогда Земля ежегодно расширялась на 0,7-0,8 см – вполне возможная и разумная цифра.

Что касается появления срединно-океанических хребтов с рифтовыми долинами в океанах, то в отличие от установленных в глобальной тектонике объяснений, их можно связать с процессами раскола и удаления материков друг от друга. В результате их удаления усиливается давление на края океанических плит, что может привести к их опусканию и, соответственно изостатическому подъему дна океана на месте раскола и образованию срединно-океанического хребта [Камалов, Боймирзаев, 2012]. Это может привести подъему уровня океана и способствовать потеплению.

Заключение. В итоге можно заключить, что современное потепление происходит главным образом из-за антропогенного фактора – увеличения концентрации CO₂ в атмосфере. Это подтверждается и характером потепления: оно на экваториальной области почти нулевое, а к полюсам – 5-8°C. Увеличение же солнечной постоянной по понятным причинам должно было привести максимальному повышению температуры на экваторе. Расчеты показали, что изменение солнечной постоянной на 1 % меняет среднюю годовую температуру на экваторе на 2°, а на полюсах на 1° [Монин, 1972].

Обсуждая данную проблему, не могу не остановиться на том, что, в пылу страсти доказать главенствующую роль солнечной радиации в колебаниях климата, М.Л.Арушанов, считая проблему глобального потепления как результат антропогенного загрязнения атмосферы, искусственно созданной, продолжает: «Природа, руководствуясь, прежде всего, физическими законами самоорганизации, недоработала механизм саморегулирования моральной стороны *Homo Sapiens*, когда возможность наживы берет верх над всеми этическими нормами. Что называется, «в семье не без урода». «Гениальная» идея калифорнийских «умельцев» дальнейшей раскрутки «надвигающейся катастрофы» тому подтверждение. Но все же, Природа, оставаясь верной главному принципу - балансу,

выделила часть человечества, для которой на первом плане остаются моральные критерии. В конечном счете, той части человечества, которая руководствуется истиной «авторитета», а не *авторитетом истины*, действительно, будет не просто» [Арушанов, 2010].

В настоящее время хотя большинство специалистов по климату основной причиной потепления считает деятельность человека, отрицающих, как М.Л.Арушанов, роль парникового эффекта в глобальном потеплении не мало. Их авторы, может быть в угоду правителям и олигархам, всегда желающим получать большие выгоды, сжигая как можно больше топлива во вред экологии, стараются объяснить потепление естественными причинами. Может быть поэтому, мировое потребление угля постоянно растет. В последнем десятилетии по данным «BP Statistical Review of World Energy, June, 2018», оно не опускается ниже 7,4 млрд. т/год (до 2000 г. не превышало 4 млрд. т/год), расход нефти составлял 4,7 млрд. т/год (средний за 2016-2020 гг.), газа – 4092,9 млрд. м³/год (ОПЕС Annual Statistical Bulletin, 2020).

В Европейском Союзе (ЕС) считается, что 33 % топливно-энергетических ресурсов расходуется на транспорт, 26 % - на промышленность, 25 % - на коммунально-бытовые нужды [Пронин, 2014]. Однако, это соотношение вызывает сомнения. Например, в 2018 г. объем выплавки чугуна в мире составил 1,2 млрд. т [WSA..., 2019], стали - 1,8 млрд. т [Мировое ..., 2019], всего 3 млрд. т. Известно, что для получения 1 т чугуна расходуется 1,5-2,0 т железной руды, 1,0-1,2 т коксующего угля, а всего 4-5 т сырья и топлива [Воскобойников и др., 2006]. Они указывают на расход большей части топливно-энергетических ресурсов только на выплавку чугуна и стали – сырья для черной металлургии. При этом, металлургия и использующие ее продукции отрасли создают около 80 % мирового ВВП. Они и являются основными потребителями энергоресурсов и, соответственно, основным поставщиком парниковых газов в атмосферу и главным виновником современного потепления. Плюс к этому, все металлургические предприятия являются источниками загрязнения пылью, оксидами углерода и серы [Большина, 2012].

Известно, что потепление воздуха приводит к увеличению его влагоёмкости. А это усиливает циркуляционные процессы, увеличивает осадки, частоту тайфунов, гроз, лесных пожаров, наводнений на больших территориях и т.д., что наблюдается в настоящее время на Земном шаре почти повсюду, приводя к большим разрушениям и человеческим жертвам, нередко разрушая строения и даже населенные пункты. Такое участилось и в США, ЕС, России, Китае.

Здесь невольно вспоминаешь слова западногерманского политика Герберта Груля, который считал промышленную революцию историческим безрассудством и писал: **«За это безрассудство люди в соответствии со строгими законами природы должны серьезно поплатиться. Им придется уплатить все свои долги, разумеется, не в моральном аспекте.... Единственной звонкой монетой, которая берется в погашение долга..., является смерть...»** [Мурадов, 2006].

ЛИТЕРАТУРА

- Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. – М.: Изд. МГУ, 1974. – 299 с.
Арушанов М.Л. Климатический спектр планеты Земля. – Ташкент: Узгидромет, 2010. – 160 с.
Арушанов М.Л. Объективная конструкция понятия «климат» // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. 2021. №1. – С. 11-19.
Большина Н.П. Экология металлургического производства. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.

- Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. – М.: Академкнига, 2005. – 768 с.
- Географический энциклопедический словарь. – М.: «Советская энциклопедия», 1988. – 432 с.
- Камалов Б.А., Боймирзаев К.М. О тектонике литосферных плит // Горный вестник. 2012. №1. – С. 57-62.
- Костин С.И. Основы метеорологии и климатологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1955. – 394 с.
- Крученицкий Г.М. Глобальная температура: потенциальная точность измерений, стохастические возмущения и долговременные изменения // Оптика атмосферы и океана. 2007. Т. 20. №12. – С. 1064-1070.
- Мазин И.П., Шметер С.М. Облака, строение и физика образования. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 280 с.
- Монин А.С. Введение в теорию климата. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 242 с.
- Монин А.С. Вращение Земли и климат. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 112 с.
- Мурадов Ш.О. Основы экологии. Т.1, кн. 2. – Ташкент, Chinor-ENK, 2006. – 392 с.
- Ососкова Т.А., Спекторман Т.Ю., Чуб. В.Е. Изменение климата. – Ташкент: Узгидромет, 2005. – 54 с.
- Сергин В.Я., Сергин С.Я. Системный анализ проблемы больших колебаний климата и оледенения Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 280 с.
- Ясаманов Н.А. Древние климаты Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 295 с.
- ОПЕС Annual Statistical Bulletin, 2020. – 63 p.
- Электронные ресурсы:
- Пронин Е.Н. Парадоксы борьбы за чистый воздух. 15.06.2014.
<https://gazpronin.ru/GazPronin2013.shtml>
- Мировое производство стали в 2018 году увеличилось на 4,6%. 25.01.2019.
<https://metallurgprom.org/main/19-mirovoe-proizvodstvo-syroj-stali-v-2018-godu-uvlechilos-na-46.html>
- WSA: мировое производство чугуна за 2018 год выросло на 5,5%. 08.02.2019.
<https://www.metallbulletin.ru/news/black/10143489/>

“ИҚЛИМ” ВА ИССИҚХОНА ЭФФЕКТИ ТЎҒРИСИДА

Б.А. КАМАЛОВ¹

¹ Наманган давлат университети, kamolov-1942@inbox.ru

Аннотация. Мақолада “иқлим” атамасининг таърифи ва глобал исии сабаблари муҳокама қилинган. “Иқлим” атамаси юнонча “клима”, яъни “қиялик” сўздан келиб чиққан ва у Қуёш нурларининг ер юзига тушиши қиялиги ёки Ер ўқининг унинг орбитаси текислигига қиялиги билан боғлиқ деб ҳисобланади. Аммо бу “об-ҳаво”, яъни кун, ой ва йил “об-ҳаво”си терминиға кўпроқ мос келади. Шунинг учун, муаллиф бу атама табиат ва унинг барча қисмларининг ривожланишини таъминлайдиган “четланиш”ларға тааллуқли деб ҳисоблашни таклиф қилади. Иссиқхона эффектининг глобал исииға (унинг барча салбий оқибатлари билан) катта ҳисса қўишиши қутбий ҳудудларда ҳаво ҳарорати кучлироқ, экваториал зонада исиининг деярли йўқлиги билан тасдиқланиши таъкидланади. Атмосферада СО₂ концентрациясининг ортиши углеводородларни қазиб чиқариши ва истеъмол қилишининг мисли кўрилмаган ўсиши натижаси бўлиб, асосан жаҳон япти ички маҳсулотининг 80 фоизини яратадиган металлургия ва унинг маҳсулотларини истеъмол қиладиган соҳаларнинг кескин ривожланиши билан боғлиқ.

Калит сўзлар: иқлим, глобал исии, СО₂ концентрацияси, антропоген омил, ҳаво ҳарорати.

ABOUT “CLIMATE” AND GREENHOUSE EFFECT

B.A. KAMALOV¹¹ Namangan State University, kamolov-1942@inbox.ru

Abstract. *The article discusses the definition of the term “climate” and the causes of global warming. It is believed that the term “climate” comes from the Greek word “klima”, meaning “tilt” and it is associated with the inclination of the incident sun rays to the earth's surface or the inclination of the Earth's axis of rotation to the plane of its orbit, which is more applicable to the “weather” day, month and years. Therefore, the author proposes to refer this term to all “inclinations” (deviations), ensuring the development of all nature and all its parts, incl. climate. There is a large contribution of the enhancement of the greenhouse effect to global warming (with all its negative consequences), which is confirmed by the high rise in air temperature in the polar regions and the almost absence of warming in the equatorial zone. It is indicated that the increase in the concentration of CO₂ in the atmosphere is mainly due to the unprecedented growth in the production and consumption of hydrocarbons, especially in metallurgy and industries that consume its products, which currently create about 80% of world GDP.*

Keywords: *climate, global warming, CO₂ concentration, anthropogenic factor, air temperature.*

REFERENCES

- Alisov B.P., Poltarauus B.V. Klimatologiya [Climatology]. – M.: Izd. MGU, 1974. – 299 p. (in Russian)
- Arushanov M.L. Klimaticheskiy spektr planeti Zemlya [Climatic spectrum of the planet Earth]. – Tashkent: Uzgidromet, 2010. – 160 p. (in Russian)
- Arushanov M.L. Obyektivnaya konstruktsiya ponyatiya «klimat» [Objective construction of the concept of “climate”] // Gidrometeorologiya i monitoring okrujayushey sredi. 2021. №1. – PP. 11-19. (in Russian)
- Bolshina N.P. Ekologiya metallurgicheskogo proizvodstva [Ecology of metallurgical production]. – Novotroitsk: NF NITU «MISiS», 2012. – 155 p. (in Russian)
- Voskoboynikov V.G., Kudrin V.A., Yakushev A.M. Obshaya metallurgiya [General metallurgy]. – M.: Akademkniga, 2005. – 768 p. (in Russian).
- Geograficheskiy ensiklopedicheskiy slovar [Geographical encyclopedic dictionary]. – M.: «Sovetskaya entsiklopediya», 1988. – 432 p. (in Russian)
- Kamalov B.A., Boymirzayev K.M. O tektonike litosfernix plit [On tectonics of lithospheric plates] // Gorniy vestnik. 2012. №1. – PP. 57-62. (in Russian)
- Kostin S.I. Osnovi meteorologii i klimatologii [Fundamentals of Meteorology and Climatology]. – L.: Gidrometeoizdat, 1955. – 394 p. (in Russian)
- Kruchenitskiy G.M. Globalnaya temperatura: potentsialnaya tochnost izmereniy, stoxasticheskiye vozmusheniya i dolgovremenniye izmeneniya [Global temperature: potential accuracy of measurements, stochastic disturbances and long-term changes] // Optika atmosfery i okeana. 2007. T. 20. №12. – PP. 1064-1070. (in Russian)
- Mazin I.P., Shmeter S.M. Oblaka, stroyeniye i fizika obrazovaniya [Clouds, structure and physics of education]. – L.: Gidrometeoizdat, 1983. – 280 p. (in Russian)
- Monin A.S. Vvedeniye v teoriyu klimata [Introduction to the theory of climate]. – L.: Gidrometeoizdat, 1982. – 242 p. (in Russian)
- Monin A.S. Vrasheniye Zemli i klimat [Earth rotation and climate]. – L.: Gidrometeoizdat, 1972. – 112 p. (in Russian)
- Muradov Sh.O. Osnovi ekologii [Fundamentals of Ecology]. T.1, kn. 2. – Tashkent, Chinor-ENK, 2006. – 392 p. (in Russian)
- Ososkova T.A., Spektorman T.Yu., Chub. V.E. Izmeneniye klimata [Climate change]. – Tashkent: Uzgidromet, 2005. – 54 p. (in Russian)

Sergin V.Ya., Sergin S.Ya. Sistemniy analiz problemi bolshix kolebaniy klimata i oledeneniya Zemli [Systematic analysis of the problem of large climate fluctuations and glaciation of the Earth]. – L.: Gidrometeoizdat, 1978. – 280 p. (in Russian)

Yasamanov N.A. Drevniye klimati Zemli [Ancient climates of the Earth]. – L.: Gidrometeoizdat, 1985. – 295 p. (in Russian)

Electronic resources:

Pronin Ye.N. Paradoksi borbi za chistiy vozdux [The paradoxes of the struggle for clean air]. 15.06.2014 g. <https://gazpronin.ru/GazPronin2013.shtml> (in Russian)

Mirovoye proizvodstvo stali v 2018 godu uvelichilos na 4,6% [Global steel production in 2018 increased by 4.6%]. 25.01.2019 g. <https://metallurgprom.org/main/19-mirovoe-proizvodstvo-syroj-stali-v-2018-godu-uvelichilos-na-46.html> (in Russian)

WSA: mirovoye proizvodstvo chuguna za 2018 god viroslo na 5,5% [global pig iron production grew by 5.5%]. 08.02.2019. <https://www.metalbulletin.ru/news/black/10143489/> (in Russian)

УДК 551.510.42

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА

В.С. НИКИТИНА¹

¹ Российский государственный гидрометеорологический университет, victoriaflint01@gmail.com

Аннотация: В работе приводится методика расчета инерционных погрешностей ротанеометров. Показано, что ротанеометры завышают среднюю скорость ветра, причем это завышение зависит как от конструкции анемометра, так и от параметров ветра. Расчеты показывают, что ошибка в измерении средней скорости ветра может составлять несколько метров в секунду и должна учитываться при измерениях. По разработанной методике проведено исследование инерционных погрешностей ротанеометров, установленных на морских буйковых станциях и даны рекомендации по увеличению точности данных приборов.

Ключевые слова: анемометры, инерционная погрешность, скорость ветра, буйковые метеорологические станции.

Введение. Роторные (чашечные) анемометры являются одними из самых распространённых приборов для измерения скорости ветра. Принцип их действия основан на преобразовании средней скорости ветра в угловую скорость вращения вертушки прибора. Однако, известно, что ротанеометры завышают истинную среднюю скорость ветра и это превышение носит название инерционной погрешности ротанеометров [Григоров и др., 2012]. До сих пор в литературе отсутствуют исследования этих погрешностей и рекомендации по их уменьшению. В данной работе предложена методика расчёта инерционных погрешностей ротанеометров, в основе которой лежат известные законы аэродинамики. Представлено также исследование инерционных погрешностей ротанеометров, установленных на морских буйковых метеостанциях, проведённое по разработанной методике, и даны рекомендации по автоматизации процесса измерения и совершенствованию конструкции прибора с целью уменьшения погрешностей.

Данное исследование представляет актуальность возможностью использования полученных результатов для совершенствования конструкции прибора и для автоматизации процесса измерения скорости ветра с учётом погрешностей измерения.

В работе ставится **цель** – рассчитать величины погрешностей вертушки ротанеометра в зависимости от конструктивных особенностей прибора и параметров скорости ветра.

В данной работе **объектом исследования** выступают ротоанемометры – приборы для измерения скорости ветра. **Предметом исследования** является инерционная погрешность приборов при флуктуациях средней скорости ветра.

Методика исследования. Для удобства расчётов инерционной погрешности ротоанемометров флуктуации скорости ветра были приняты прямоугольными. На рис. 1 V_1 и V_2 представляют собой крайние значения прямоугольных флуктуаций скорости ветра от меньшего к большему соответственно. Осреднение этих значений ведёт к завышению показаний анемометра V_a относительно истинной средней скорости ветра \bar{V} . Разность между показаниями ротоанемометра и истинной средней скоростью ветра в момент измерения принято называть инерционной погрешностью прибора.

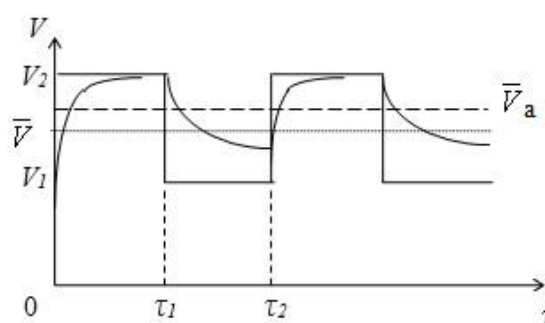


Рис. 1. Восприятие вертушкой прямоугольных флуктуаций скорости ветра

Fig. 1. Device's perception of rectangular fluctuations in wind speed

Расчёты внутри каждого интервала производились по формуле [Григоров и др., 2012]:

$$V = V_{уст} + (V_0 - V_{уст}) \cdot e^{-\frac{V_{уст} \cdot \tau}{L}}, \quad (1)$$

где

$V_{уст}$ – это та скорость ветра, которую анемометр воспримет (истинная);

V – текущие показания анемометра (внутри интервала);

V_0 – начальная скорость ветра для каждого интервала;

L – путь синхронизации анемометра – величина, представляющая собой путь, проходимый воздушным потоком за время, в течение которого разность между угловой скоростью вращения вертушки и установившейся угловой скоростью уменьшается в e раз. Данная величина зависит от конструкции прибора и связана с ней следующим соотношением: $L = (n \cdot m \cdot R) / (k \cdot \sigma)$ (здесь n – количество чашек, m – масса одной чашки, R – радиус вертушки, k и σ – постоянные константы);

τ – время.

С целью оптимизации расчётов использовалась написанная автором на языке программирования C# программа для ЭВМ (рис. 2).

Основные результаты. В результате расчётов были установлены и проанализированы следующие зависимости.

1. С увеличением скорости ветра инерционная погрешность ротоанемометра увеличивается (рис. 3). Следует отметить, что при средней скорости ветра менее 3 м/с данное превышение незначительно и им можно пренебречь. Однако, при скоростях ветра более 3 м/с это превышение становится значительным (может достигать нескольких метров в секунду) и требует обязательного учёта [Григоров, Никитина, 2018].

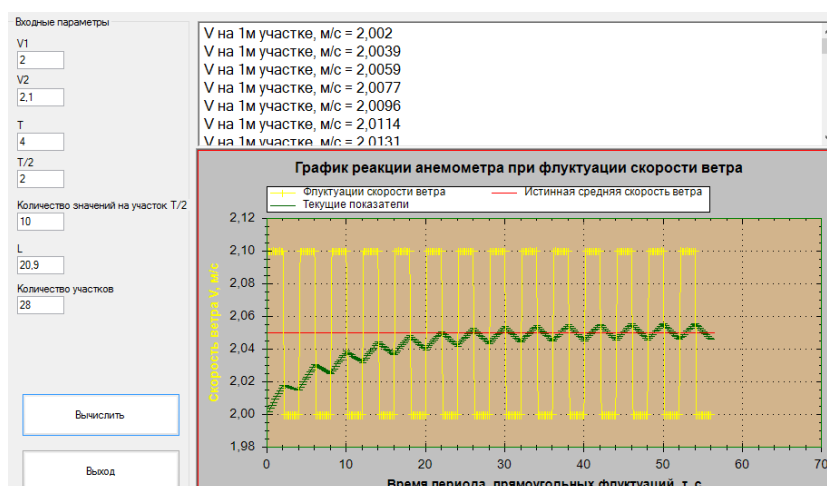


Рис. 2. Рабочее окно рассчитывающей программы

Fig. 2. Working window of the calculating program

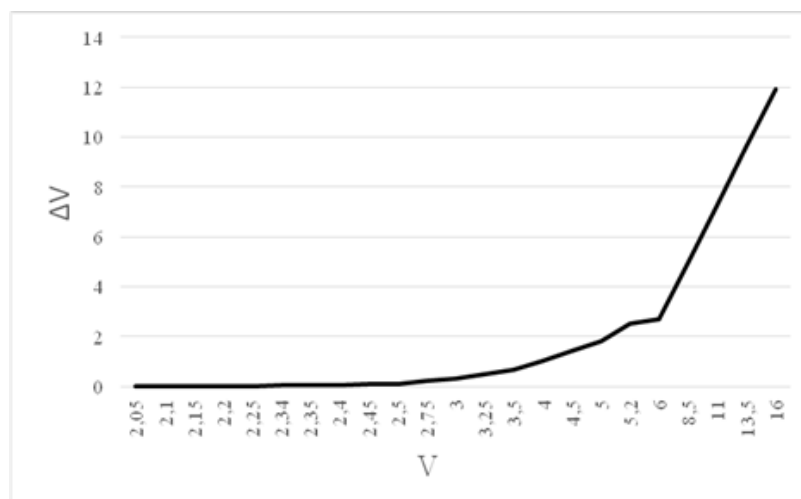


Рис. 3. Инерционная погрешность ротоанемометра как функция средней скорости ветра

Fig. 3. Inertia error of windmill anemometer as a function of average wind speed

2. При увеличении амплитуды флуктуаций скорости ветра инерционная погрешность ротоанемометра увеличивается (рис. 4). Иными словами, чем больше флуктуации, тем сильнее анемометр завышает скорость ветра. Если при амплитуде ниже 1,5 м/с это превышение можно не учитывать, то при амплитуде более 2,5 м/с оно становится достаточно значительным (около 2 м/с при амплитуде флуктуаций 7 м/с) [Григоров, Никитина, 2018].

3. С увеличением пути синхронизации инерционная погрешность ротоанемометра увеличивается, и время достижения стабильных показаний также увеличивается (рис. 5 и б). Данная зависимость представляет особый интерес, поскольку по ней можно судить о желательном изменении конструкции самого прибора. Поскольку погрешность возрастает при возрастании пути синхронизации, то можно сделать вывод о том, что малоинерционный анемометр должен иметь малый путь синхронизации, для достижения

чего целесообразно уменьшать радиус вертушки, массу и количество чашек [Григоров, Никитина, 2018].

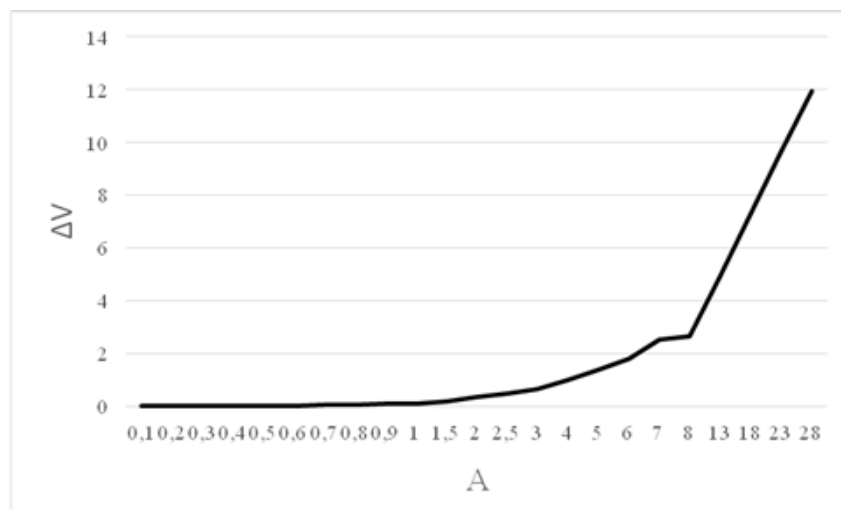


Рис. 4. Инерционная погрешность ротоанемометра как функция амплитуды флуктуаций скорости ветра

Fig. 4. Inertia error of windmill anemometer as a function of wind speed fluctuations amplitude

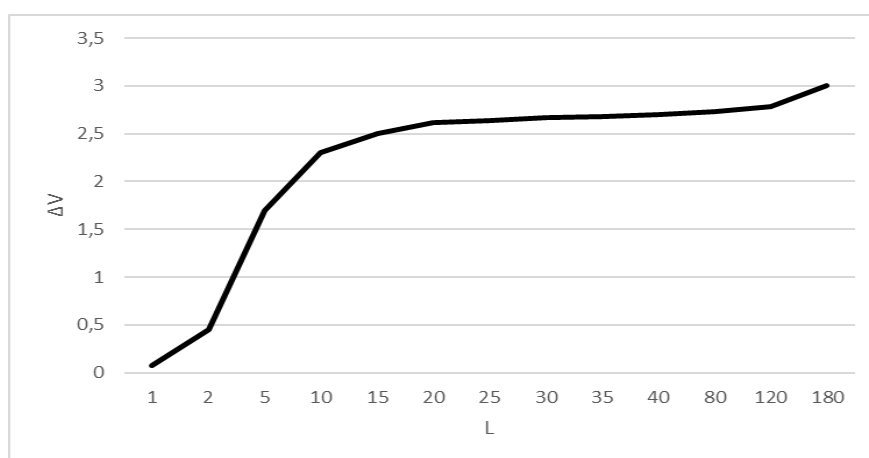


Рис. 5. Инерционная погрешность ротоанемометра как функция пути синхронизации

Fig. 5. Inertia error of windmill anemometer as a function of constant distance

4. Время достижения стабильных показаний уменьшается при увеличении скорости ветра (рис. 7). Можно сказать, что чем больше скорость ветра, тем быстрее она воспринимается анемометром [Григоров, Никитина, 2018].

5. Период флуктуаций также влияет и на инерционную погрешность, и на время достижения анемометром стабильных показаний (рис. 8 и 9). При удлинении периода флуктуаций время достижения стабильных показаний увеличивается, инерционная погрешность тоже возрастает [Григоров, Никитина, 2018].

6. Амплитуда флуктуаций оказывает влияние на время достижения анемометром стабильных показаний (рис. 10). Если при амплитуде 1-2 м/с оно составляет 40-45 с, то

при амплитуде 20-25 м/с (резкий порывистый ветер) оно составляет около 10 секунд [Григоров, Никитина, 2018].

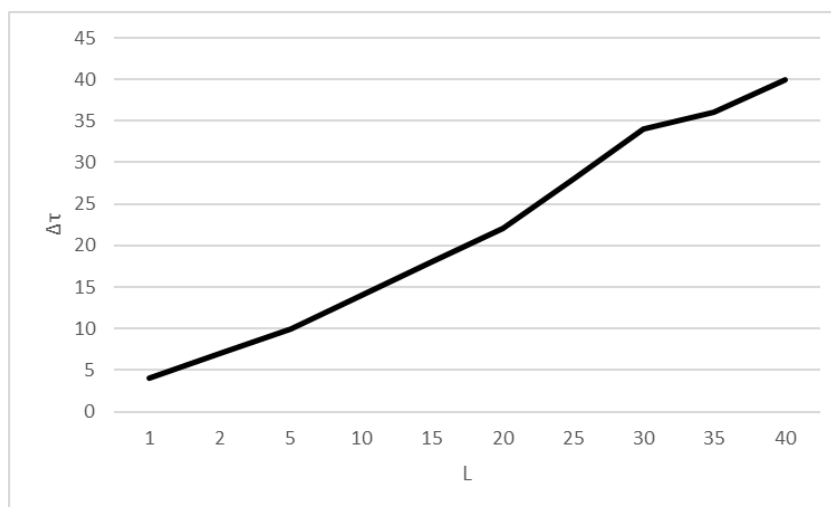


Рис. 6. Время достижения ротоанемометром стабильных показаний как функция пути синхронизации

Fig. 6. Time for windmill anemometer to reach stable readings as a function of constant distance

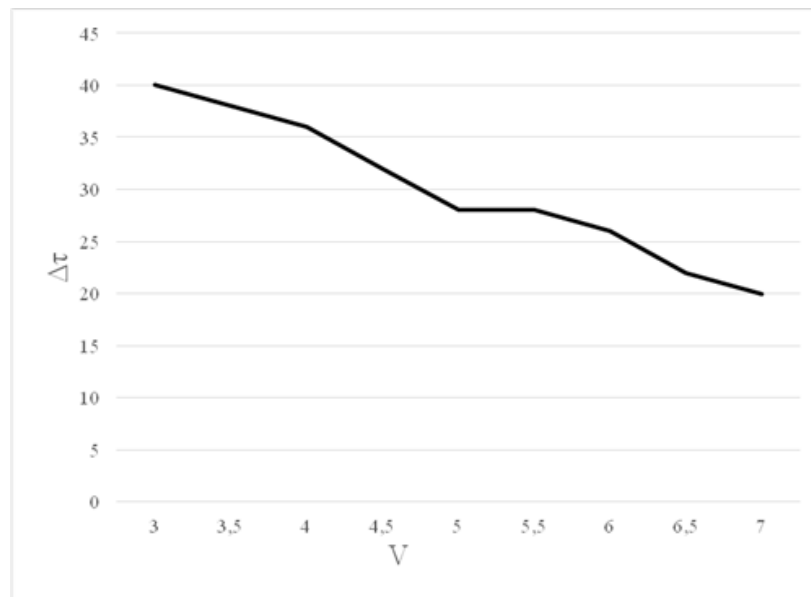


Рис. 7. Время достижения ротоанемометром стабильных показаний как функция скорости ветра

Fig. 7. Time for windmill anemometer to reach stable readings as a function of wind speed

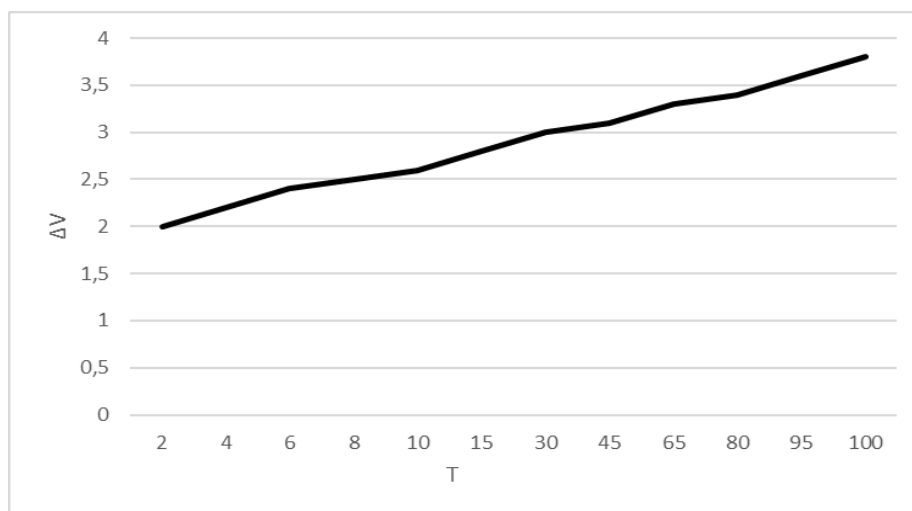


Рис. 8. Инерционная погрешность ротоанемометра как функция периода флуктуаций скорости ветра

Fig. 8. Inertia error of windmill anemometer as a function of wind speed fluctuation period

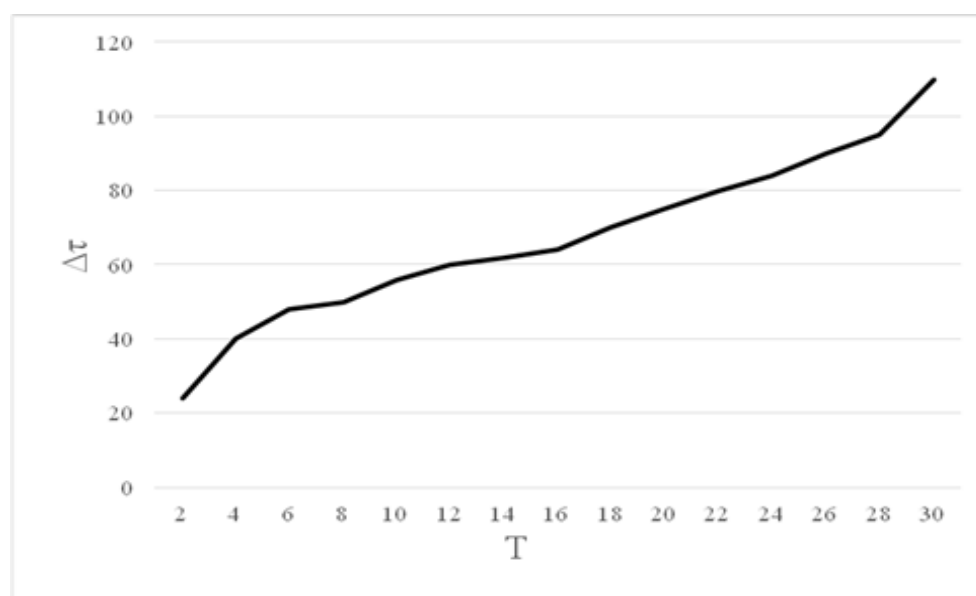


Рис. 9. Время достижения ротоанемометром стабильных показаний как функция периода флуктуаций скорости ветра

Fig. 9. Time for windmill anemometer to reach stable readings as a function of wind speed fluctuation period

7. Также было установлено, что при возрастании показаний анемометра от нижнего предела или при убывании их от верхнего предела инерционная погрешность остаётся постоянной. Но при убывании показаний время их стабилизации уменьшается. Это говорит о том, что при флуктуациях скорости ветра от больших значений к меньшим прибор быстрее воспринимает происходящие изменения, чем при обратной ситуации [Григоров, Никитина, 2018].

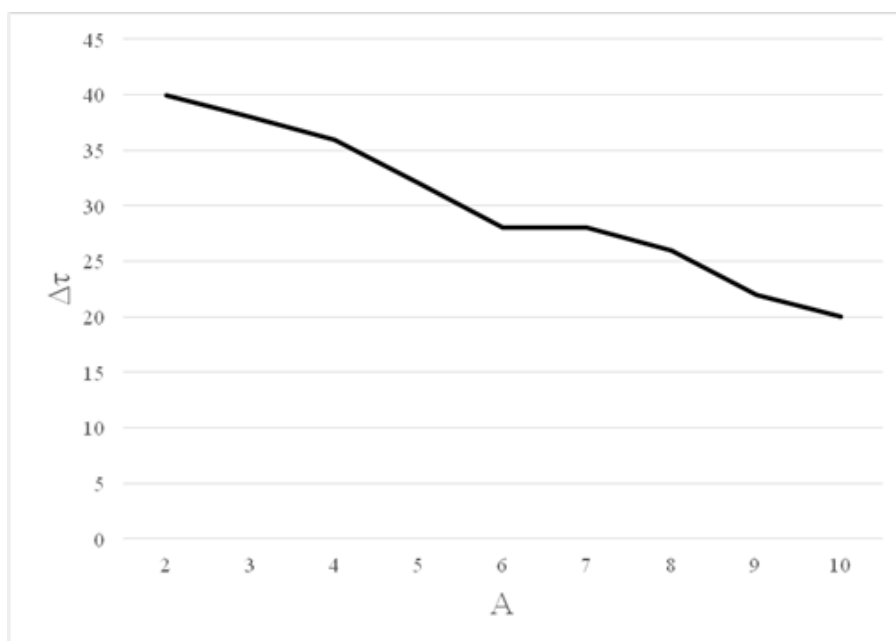


Рис. 10. Время достижения ротоанемометром стабильных показаний как функция амплитуды флуктуаций скорости ветра

Fig. 10. Time for windmill anemometer to reach stable readings as a function of wind speed fluctuation amplitude

Прикладное применение результатов. Методика, разработанная в настоящей работе, была использована для исследования инерционных погрешностей ротоанемометров, установленных на морских буйковых метеорологических станциях. Получение точных данных о значениях скорости ветра над поверхностью моря является важной задачей, поскольку от этого зависит безопасность передвижения морских судов, функционирование морских нефтяных платформ и т.д. Буйковые метеорологические станции являются автоматическими и устанавливаются в океане в труднодоступных местах; они представляют собой один или несколько буйев с автоматическими метеодатчиками [Восканян и др., 2016]. Морской буй подвержен влиянию волнения моря, поэтому установленный на нём датчик скорости ветра (ротоанемометр) совершает колебания в направлении скорости ветра. Следовательно, средняя скорость ветра будет определяться с ошибкой, равной инерционной погрешности прибора.

Расчёт инерционных погрешностей ротоанемометров, установленных на морском буйе производился при разных значениях скорости ветра, высоты датчика, частот и углов раскачки буйа. Для проведения расчёта были взяты значения высот датчика над уровнем моря $H_1 = 2,9$ м, $H_2 = 3,5$ м [Капустин, Сторожук, 2005]. Если H – высота, на которой располагается датчик, α – угловая амплитуда колебаний датчика, а T – период колебаний, то скорость передвижения датчика относительно поверхности моря может быть определена по формуле:

$$V = \frac{2l}{T} = 2lf, \quad (2)$$

где l – длина дуги, на которую опирается угол α ; f – частота колебаний (Гц).

Длина дуги определяется по формуле:

$$l = \alpha H, \quad (3)$$

где α – угол раскачки буя в радианах.

Для характерных значений величин f , T и α , рассчитывались скорости движения датчика при разных значениях α и f для двух значений высоты датчика и по результатам были построены графики зависимости $V(\alpha)$ для трёх крайних значений частот $f_1=0,011$ Гц, $f_2=0,5$ Гц, $f_3=1,25$ Гц [Буйковые ..., 2021]. Далее на основании полученных данных по формуле (1) рассчитывались погрешности.

T, с	α , °	Скорость движения датчика, м/с	Скорость ветра, м/с	Погрешность, м/с	
2	40°	±2 м/с	5 м/с	1,45 м/с	
			10 м/с	0 м/с	
			20 м/с	0 м/с	
	60°	±3 м/с	5 м/с	1,1 м/с	
			8 м/с	0,25 м/с	
			10 м/с	0,1 м/с	
	68	±3,4 м/с	5 м/с	0 м/с	
			8 м/с	1,7 м/с	
			10 м/с	0,85 м/с	
	0,8	40°	±5,06 м/с	15 м/с	0,15 м/с
				20 м/с	0 м/с
				25 м/с	4,03 м/с
30 м/с				1,5 м/с	
60°		±7,5 м/с	6 м/с	0,65 м/с	
			8 м/с	0,33 м/с	
			10 м/с	0 м/с	
			15 м/с	6,75 м/с	
			20 м/с	4,2 м/с	
			25 м/с	1,75 м/с	
			30 м/с	0,6 м/с	
			30 м/с	0,25 м/с	

Рис. 11. Фрагмент таблицы результатов расчёта погрешностей ротоанемометра

Fig. 11. A part of the table for results of windmill anemometer error calculations

Выводы. Анализ результатов показывает, что величина инерционной погрешности становится значительной при малых скоростях ветра. Это следует из того, что в этом случае скорость раскачки буя сопоставима со скоростью ветра, а иногда может даже превышать её. При большой скорости ветра влияние скорости раскачки снижается, и инерционная погрешность стремится к нулю. Также можно сделать вывод о том, что при одинаковых условиях инерционная погрешность возрастает с увеличением высоты датчика. Это объясняется тем, что при увеличении высоты датчика увеличивается линейная скорость движения датчика. Учитывая это, можно порекомендовать уменьшать высоту датчика для получения более точных данных. Результаты проделанной работы могут быть использованы для автоматической обработки результатов измерений. Известно, что океанографические буи оснащены датчиком частоты и угла раскачки [Ковчин, Степанюк, 2002]. Знание этих величин позволит применить разработанную

методику при определении истинной средней скорости ветра, заложив её в программу обработки измерений.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность доценту Николаю Олеговичу Григорову за оказанную помощь в проведении данного исследования и публикации результатов.

ЛИТЕРАТУРА

Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть I. Тактико-технические характеристики. – С-Пб.: РГГМУ, 2016. – 165 с.

Григоров Н.О., Никитина В.С. Инерционные погрешности ротоанемометров / Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития» имени Л. Н. Карлина. 19-20 декабря 2018 г. Санкт-Петербург, 2018. – С. 204-205.

Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. – С-Пб.: РГГМУ, 2012. – 306 с.

Капустин А.В., Сторожук Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы. – С-Пб., 2005. – 283 с.

Ковчин И.С., Степанюк И.А. Методы специальных океанологических измерений. – С-Пб., 2002. – 263 с.

Электронный ресурс:

Буйковые метеорологические станции URL: www.pmel.noaa.gov. (дата обращения 23.09.2021).

ШАМОЛ ТЕЗЛИГИНИ ЎЛЧАШ АНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ УСУЛИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА ҚЎЛЛАШ

В.С. НИКИТИНА¹

¹ Россия давлат гидрометеорология университети, victoriaflint01@gmail.com

Аннотация: Мақолада ротоанемометрларнинг инерцион хатолигини ҳисоблаш усули баён қилинган. Ротоанемометрлар шамол ўртача тезлиги қийматини ошириб ўлчаши, тезлик қийматининг оширилиши анемометрнинг тузилиши ҳамда шамол параметрларига боғлиқ эканлиги кўрсатиб берилган. Ҳисоблашларга мувофиқ, шамол ўртача тезлигини ўлчаши хатолиги секундига бир неча метрни ташиқил этиши мумкин ва бу хатolik ўлчашиларни амалга оширишида эътиборга олиниши керак. Ишлаб чиқилган усул асосида денгиз буй метеорологик станцияларидаги ротоанемометрларнинг инерцион хатолиги тадқиқ этилган ва асбобларнинг ўлчаши аниқлигини ошириши бўйича тавсиялар берилган.

Калит сўзлар: анемометрлар, инерцион хатolik, шамол тезлиги, буй метеорологик станциялари.

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE METHOD FOR ASSESSING THE ACCURACY OF MEASURING THE WIND SPEED

V.S. NIKITINA¹

¹ Russian State Hydrometeorological University, victoriaflint01@gmail.com

Abstract: The method of anemometer inertia errors calculations is described in this work. It's shown that windmill anemometer overread average wind speed, and this overreading depends both of anemometer construction and wind speed. The calculations show that this error can be as high as some meters a second, so it must be taken into account during measurements. The investigation of inertia errors for buoy sea stations according written method is done and the recommendations to rise accuracy for anemometers are given.

Key words: *anemometers, inertia error, wind speed, buoy meteorological stations.*

REFERENCE

Voskanyan K.L., Kuznetsov A.D., Serouhova O.S. Avtomaticheskie meteorologicheskie stantsii. Chast' I. Taktiko-technicheskie karakteristiki [Automatic Meteorological Stations. Part 1. Tactical and Technical Characteristics] // – S-Pb.: RGGMU, 2016. – 165 p. (in Russian)

Grigorov N.O., Nikitina V.S. Inercionnye pogreshnosti rotoanemometrov [Inertia Errors of Windmill Anemometers] // Trudy II Vserossiyskoy konferentsii «Gidrometeorologiya i ekologiya: dostizheniya i perspektivy razvitiya» imeni L. N. Karlina. 19-20 dekabrya 2018 g. Sankt-Peterburg, 2018. – PP. 204-205. (in Russian)

Grigorov N.O., Sayenko A.G., Voskanyan K.L. Metody i sredstva gidrometeorologicheskikh izmerenij. Meteorologicheskie pribory [Methods and Means of Hydrometeorological Measurements. Meteorological Devices] // – S-Pb.: RGGMU, 2012. – 306 p. (in Russian)

Kapustin A.V., Storozhuk N.L. Tekhnicheskie sredstva gidrometeorologicheskoy sluzhby [Technical Means of Hydrometeorological Service] // – S-Pb., 2005. – 283 p. (in Russian)

Kovchin I.S., Stepanyuk I.A. Metody special'nyh okeanologicheskikh izmerenij [Methods of Special Oceanological Measurements] // – S-Pb., 2002. – 263 p. (in Russian)

Electronic resource:

Buykovyye meteorologicheskiye stantsii [Buoy Meteorological Stations] URL: www.pmel.noaa.gov (date of the application 23.09.2021). (in Russian)

УДК: 631.434.52

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ ПО СОЗДАНИЮ САДОВ БЕЗ ОРОШЕНИЯ НА АДЫРНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Б.А. КАМАЛОВ^{1*}, М.Р. КОРИЕВ¹

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

Аннотация. В статье приведены результаты опытов по разведению садов при сухом климате адыров северо-восточной части Наманганской области без орошения путем совместного использования террасирования склонов и мульчирования. Они обоснованы измерениями влажности почвы при естественных условиях, орошении, совместном использовании террасирования с мульчированием 1) органикой и 2) органикой весной и пластиком летом, а также без мульчирования. На их основе доказана возможность разведения садов на адырах с годовой суммой осадков 250-300 мм.

Ключевые слова: *террасирование, мульчирование, влажность почвы, климат адырных территорий, разведение садов без орошения.*

Введение. Известно, что в Наманганской области 70% орошаемых земель приходятся на адырные территории [Баратов, 2007]. Однако, орошаемое земледелие на адырах способствует возникновению некоторых экологических проблем. На больших площадях прослеживаются засоление почв, ирригационная эрозия, уплотнение почв и их загрязнение агрохимическими средствами, резкое уменьшение их плодородия.

Основная часть адыров состоит из пологих склонов с уклоном 3-5° и более [Гафурова и др., 2003]. В силу этого эрозия почв различной степени наблюдается на 60-65% всех орошаемых адырных территорий [Козоков, 2003].

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

В широко распространённых адырных серозёмных почвах, на глубине 100-180 см расположены легко растворимые в воде соли, концентрация которых составляет от 0,3-0,5% до 1,0-1,4% [Мирзамахмудов, Боймирзаев, 2011; Холикулов и др., 2011]. Значительная часть оросительной воды растворяет эти соли, что приводит к вторичному засолению низин. Что касается уплотнения почв, то по результатам измерений, проведённых в марте 2013 года на адырах северо-восточной части Наманганской области, плотность грунта посевных площадей орошаемого земледелия на глубине 1 м возросла в среднем до 1,53 г/см³. Поэтому проведение исследований возможностей устранения этих экологических последствий при освоении адырных территорий, являются особо актуальными.

Целью исследования является научное обоснование возможностей организации садов на адырах с низкой увлажненностью без орошения и разработка методики его осуществления.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи исследования**:

разработка способов повышения влажности почвы путём эффективного сбора атмосферных осадков вокруг фруктовых саженцев;

изучение возможности сохранения естественно накопленной в почве влаги за счет атмосферных осадков в течении вегетационного периода растений;

измерение влажности почвы и анализ ее изменений в период вегетации растений;

проведение опытов по созданию неорошаемых садов и виноградников в условиях засушливого климата на адырных территориях.

Объектом исследования являются адырные территории северо-восточной части Наманганской области.

Предмет исследования составляет определение особенностей использования в земледелии естественного запаса влаги, аккумулируемой в слоях почвы северо-восточных адырных территорий Наманганской области и усовершенствование агротехнологии создания неорошаемых садов.

Исходными данными для исследования явились материалы наблюдений подразделений Узгидромета и полученные в результате экспериментов по организации сада на адырах без орошения.

Методы исследования. В работе использованы методы полевых экспериментов, математической статистики, географического обобщения и сравнительного анализа.

Основные результаты. Как известно, в засушливых регионах самыми важными факторами для развития растений являются атмосферные осадки и влажность почвы. Однако на самой адырной зоне Наманганской области метеорологические наблюдения не ведутся. Поэтому для характеристики режима увлажнения адырных территорий были использованы данные метеорологической станции (МС) Наманган (высота н.у.м. 474 м), расположенной на юго-западе района работ, агрометеорологических постов Касансай (высота н.у.м. 789 м) на западе, и Учкурган (высота н.у.м. 498 м) – на востоке. Данные об осадках по этим пунктам за период 2010-2019 гг. приведены в табл.1 [Наманган ГМБ, 2020]. Как видно, на МС Наманган годовая сумма осадков за эти годы колебалась в больших пределах – от 129,6 мм до 267 мм, т.е. в 2 раза, в Касансае – от 227,8 мм до 384,7 мм, в Учкургане от 163,9 до 352,9 мм, т.е. осадки увеличиваются на север и на восток. Более резкое увеличение осадков на север связано с повышением высоты местности. Среднегодовая сумма осадков за этот период составляет в Намангане 206,2 мм, Касансае – 292,4 мм, в Учкургане – 302,6 мм. Судя по этим данным, в рассматриваемом районе годовая сумма осадков составляет 250-280 мм. Половина годовой суммы осадков выпадает в феврале-мае.

Таблица 1

Месячные суммы осадков за 2010-2019 гг., мм

Table 1

Monthly precipitation for 2010-2019, mm

Месяцы	Метеостанция Наманган										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее
Январь	8,8	1,6	11,5	5,7	18,8	13,8	19,1	22,4	0,3	26,0	12,8
Февраль	84,1	31,2	13,1	20,0	30,1	40,3	2,2	54,5	15,2	11,3	30,2
Март	18,4	24,6	33,2	50,8	23,0	32,2	13,9	12,3	41,0	9,4	25,9
Апрель	14,6	1,4	13,2	13,8	22,7	22,5	3,7	52,1	20,0	35,8	20,0
Май	53,5	0,5	26,2	30,7	4,5	26,0	97,7	15,0	11,0	17,7	28,3
Июнь	46,4	18,0	6,7	8,6	6,9	6,6	12,2	5,2	27,3	19,0	15,7
Июль	13,0	0,0	0,0	1,6	3,6	1,1	12,3	2,1	0,0	7,9	4,2
Август	0,1	12,0	0,0	14,5	0,0	15,0	0,0	0,1	0,3	2,3	4,4
Сентябрь	9,3	0,0	0,5	2,0	1,5	0,9	0,5	12,1	0,0	18,8	4,6
Октябрь	3,5	18,3	1,8	7,1	6,6	45,4	15,9	17,8	35,2	14,6	16,6
Ноябрь	15,3	84,7	10,4	0,1	26,0	37,2	12,2	2,3	8,9	28,9	22,6
Декабрь	0,0	28,9	22,9	24,4	15,9	10,2	65,8	22,0	5,6	5,5	20,1
Год	267,0	205,0	139,5	179,3	159,6	251,1	255,5	217,9	129,6	197,2	206,2
Агрометеорологический пост Касансай											
Январь	7,8	5,5	12,2	21,8	13,1	21,8	20,9	11,6	6,9	21,5	14,3
Февраль	77,9	38,2	21,9	17,5	23,6	38,2	1,1	61,7	18,6	18,5	31,7
Март	32,3	47,4	56,4	58,4	24,8	39,3	23,9	25,4	38,0	6,6	35,3
Апрель	54,0	16,8	48,3	59,3	48,6	21,2	20,1	67,0	20,9	29,7	38,6
Май	63,7	57,3	11,2	23,4	10,3	62,1	71,5	37,4	82,2	21,2	44,0
Июнь	82,7	0,6	14,9	84,5	40,6	7,0	12,0	64,2	24,9	43,8	37,5
Июль	28,7	0,3	10,8	11,3	1,6	2,8	39,2	25,9	0,0	10,7	13,1
Август	3,5	18,2	0,0	13,7	9,3	7,3	7,7	0,2	3,4	0,0	6,3
Сентябрь	19,2	0,6	1,1	12,6	0,2	7,4	3,7	31,3	0,0	34,7	11,1
Октябрь	14,6	16,1	0,8	3,8	16,6	46,8	10,4	8,9	22,3	15,8	15,6
Ноябрь	0,0	99,8	8,5	3,8	26,3	47,6	20,0	3,2	5,4	25,3	24,0
Декабрь	0,3	11,8	16,4	19,1	25,8	12,6	73,9	29,2	5,2	4,5	19,9
Год	384,7	327,6	202,5	329,2	240,8	309,1	304,4	366,0	227,8	232,3	292,4
Агрометеорологический пост Учкуртан											
Январь	28,0	5,0	15,4	29,0	41,3	31,6	35,7	34,2	9,0	16,3	24,6
Февраль	80,6	51,7	21,6	44,4	49,0	35,0	10,4	82,0	19,4	24,0	41,8
Март	45,0	42,6	63,7	80,5	35,5	60,8	30,3	21,7	45,8	10,2	43,6
Апрель	16,3	3,4	69,1	21,7	50,7	34,4	23,0	75,2	47,0	64,6	40,5
Май	46,7	11,3	17,5	17,2	0,0	33,9	55,4	12,5	10,9	39,3	24,5
Июнь	41,9	5,0	26,0	7,9	41,2	7,1	6,4	6,7	37,9	30,6	21,1
Июль	5,8	0,0	6,7	4,3	0,9	0,1	21,4	1,7	0,0	12,2	5,3
Август	1,2	16,2	0,2	11,7	0,1	27,5	0,0	0,9	0,5	0,0	5,8
Сентябрь	15,9	1,5	0,0	5,2	3,9	1,3	0,0	35,5	0,3	36,9	10,1
Октябрь	8,9	39,9	0,0	7,2	0,0	75,3	31,1	18,6	72,6	11,6	26,5
Ноябрь	19,0	134,9	28,8	8,8	34,1	61,0	32,3	6,1	14,5	30,2	37,0
Декабрь	0,0	41,4	34,1	39,7	29,4	26,7	85,5	40,4	16,5	15,9	33,0
Год	309,3	352,9	283,1	277,6	286,1	394,7	331,5	335,5	163,9	291,8	302,6

Что касается влажности почвы, то надо особо отметить её существенное превышение над суммой осадков за период октябрь-март. Это указывает на возможность недоучета осадков или наличие другого источника формирования почвенной влаги (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение сумм осадков за октябрь-март с влажностью почвы в конце марта

Table 2

Comparison of precipitation amounts for October-March with soil moisture at the end of March

Год	Осадки за X-III, мм	Влажность почвы, мм
2013	111,6	193
2014	103,5	199
2015	134,8	177
2016	128,0	168
2017	183,1	184
2018	98,6	200
2019	96,4	151

На опытном участке в первый год (2013) работ на 15 марта на вспаханной почве накопилось 162 мм влаги, на неспаханной – 137 мм. Измерения влажности почвы проводились и в последующие годы.

В марте-мае месяцах 2018 года работы по измерению влажности почвы на опытной площади велись в 2-х вариантах: 1) под канавой вокруг саженцев для сбора дождевых вод в 0,5 м от него и 2) в естественных условиях. В 1-ом варианте 15 марта влажность почвы составила 295 мм, 15 апреля – 290 мм. В этих же числах влажность почвы в естественных условиях составила соответственно 146 мм и 152 мм. Это означает, что работы по террасированию и накоплению осадков на опытной площади позволили аккумулировать почти на 100 мм больше влаги, чем в естественных условиях (табл. 3).

Работы по определению влажности почвы на опытной площадке в 2019 году велись с мая по сентябрь в 3-х вариантах: 1) на террасированной и мульчированной органикой и пластиком площадке; 2) на террасированной и мульчированной органикой площадке; 3) в естественных условиях.

Таблица 3

Влажность почвы на опытном участке в 2018 г., мм

Table 3

Soil moisture in the experimental plot in 2018, mm

Дата	Влажность почвы		
	под канавой вокруг куста	в естественных условиях	на орошаемой площадке, МС Наманган
15 март	295	146	200
15апрел	290	152	206
15 май	242	110	187

Полученные результаты сравнивались с показателями влажности почвы на орошаемой площадке Наманганской метеостанции (табл. 4). Как видно, террасирование с мульчированием органикой и пластиком дает возможность сохранить влажность, близкую к показателям орошаемой площадки до конца периода вегетации растений.

Таблица 4

Влажность почвы на опытном участке, в 2019 г., мм

Table 4

Soil moisture in the experimental area, in 2019, mm

Месяцы	Влажность почвы площадки			
	террасированной и мульчированной органикой и пластиком	террасированной и мульчированной органикой	без мульчирования	орошаемой МС Наманган
Март		172	128	151
Апрель		176	120	202
Май	158	146	92	206
Июнь	144	120	104	169
Июль	156	132	116	140
Август	134	116	104	151
Сентябрь	126	108	96	160

В опытах также была исследована возможность появления ситуации увядания растений. Как установлено [Абдуллаев и др., 2015; Турсунов, 1988], для светлых сероземов при влажности почвы выше 8,6% на глубине 0-30 см и выше, 10,2% на глубине 30-90 см, растения могут усваивать почвенную влагу. Если влажность почвы долгое время сохраняется ниже этих уровней, растения могут погибнуть.

В табл. 5 приведены показатели влажности почвы на опытной площадке и орошаемой площадке Наманганской метеостанции в 2019 году. Как видно из таблицы, влажность почвы за период март-сентябрь в слое 0-30 см в варианте террасированной и мульчированной органикой и пластиком площадке, всегда была больше порога завядания растений, а на глубине 30-90 см только в сентябре она была ниже этого порога. Влажность же почвы на террасированной и мульчированной органикой площадке в слое 0-30 см в мае была чуть ниже (7,7%) порога завядания растений, в следующих месяцах несколько повысилась, а в сентябре опять понизилась (7,8%), а на глубине 30-90 см начиная с июня месяца влажность почвы была ниже порога завядания растений: в июне - 10,0%, в июле - 9,6%, в августе - 8,7%, в сентябре - 8,5%.

Следует отметить, что на террасированной и мульчированной органикой и пластиком площадке наблюдалось увядание нескольких опытных молодых саженцев, у взрослых саженцев оно не наблюдалось. В отличие от этого, на террасированной и мульчированной органикой площадке к середине лета, в жаркие дни у молодых фруктовых деревьев наблюдалось завядание листьев и из-за их частого повторения многие молодые саженцы погибли. Взрослые фруктовые деревья легко пережили такие ситуации.

Таким образом, для создания сада на адырах без орошения наиболее эффективен вариант террасирования и мульчирования органикой и пластиком. Эти опытные работы по созданию садов без орошения, проведенные с 2013 года, дали положительные результаты.

Обсуждение (результаты опытов 2013-2019 гг.). Первый опыт по созданию сада без орошения был проведен в 2013 году на адырах в северо-восточной части Наманганской области, на площади 500 м² агрофирмы “Уйчи сохибор бустони”. В 2014 году рядом с этой опытной площадкой был создан новый опытный сад площадью 500 м². Далее, на этой же территории, в 2017 году была создана следующая опытная площадка на 3000 м².

Таблица 5
Влажность почвы на опытных площадках и метеостанции Наманган в 2019 г.

Table 5

**Soil moisture at the experimental areas and
at Namangan meteorological station in 2019**

Месяц измере- ний	Варианты опытов						Орошаемая площадка, %	
	Террасирование и мульчирование органикой и пластиком, %		Террасирование и мульчирование органикой, %		Площадка с естественными условиями, %			
	0-30 см	30-90 см	0-30 см	30-90 см	0-30 см	30-90 см	0-30 см	30-90 см
Март			15,2	15,3	11,3	9,03	13,7	16,3
Апрель			15,3	15,4	9,8	9,6	18,3	19,6
Май	12,7	12,03	7,7	13,1	6,1	7,3	18,5	19,5
Июнь	9,5	11,7	9,5	10,0	8,6	7,8	16,3	17,3
Июль	11,8	11,2	10,5	9,6	9,6	8,6	12,3	15,7
Август	11,3	10,4	9,4	8,7	7	8,2	13,4	16,9
Сентябрь	9,5	9,6	7,8	8,5	5,8	7,9	12,9	16,6

В 2013 году в марте на опытной площадке были посажены 10 саженцев абрикоса, 5 саженцев яблони и 1 саженец персика. Вокруг каждого саженца по периметру в радиусе 80-100 см почва была покрыта целлофановой плёнкой в целях исключения испарения почвенной влаги. Пленка была засыпана глиной слоем 3-5 см. По границе целлофана была вырыта борозда в виде окружности глубиной 30 см для сбора атмосферных осадков. За саженцами велись фенологические наблюдения.

По результатам наблюдений, развитие 10 саженцев абрикоса, 5 саженцев яблонь и 1 саженец персика отличались от орошаемых только началом листопада на 15-20 дней раньше. Остальные вегетационные процессы происходили как у орошаемых саженцев. Опытный 1 саженец яблони завял (погиб), а развитие остальных было замедленным. Несмотря на это, 10 саженцев абрикосов, 4 саженца яблони и 1 саженец персика успешно закончили свой вегетационный период [Камалов и др., 2015].

Успех 2013 года позволил расширить работы в 2014 году рядом с первой опытной площадкой, где были посажены по 5 саженцев абрикоса, вишни, сливы и айвы, 15 саженцев яблони и 10 саженцев персика, всего 45 саженцев фруктовых деревьев. В 2014 году все саженцы 2013 года успешно провели свой вегетационный период, а из саженцев 2014 года завяли (погибли) по 2 саженца абрикоса, вишни и сливы, остальные успешно закончили свой вегетационный период [Kamalov, Koriyev, 2018].

31 марта 2015 года в Наманганскую область проникли холодные воздушные массы, выпал снег, температура воздуха опустилась до -10°C и ниже. В результате этого наряду со всеми начавшими вегетационный период сельскохозяйственными культурами, опытными саженцам также был нанесён серьёзный урон. В частности, из посаженных в 2013 году саженцев погибли 4 саженца яблони, по одному саженцу абрикоса и персика, а из посаженных в 2014 году погибли 1 саженец вишни и 2 саженца персика.

В целях повышения эффективности экспериментальной технологии осенью 2015 года склон верхней части террасированной площадки был разровнен и несколько

уплотнён. В начале весны 2016 года эти поверхности были покрыты полиэтиленовой плёнкой шириной 1-1,5 м, длиной 1,5-2 м, что позволило выпавшим осадкам не просочиться в почву, а перетечь в канавы вокруг саженцев и накоплению здесь большей влаги в почве (рис. 1).



Рис. 1. Схема увеличения площади накопления осадков покрытием плёнкой

Fig. 1. Scheme of increasing the area of precipitation accumulation by covering with a film

В 2017 году работы по экспериментальной технологии были проведены как в 2016 году. В результате применения агротехнологии террасирования вместе с мульчированием, в 2016-2017 годах значительно улучшились процессы роста, развития и плодоношения опытных саженцев.

Осенью 2017 года, рядом со старой опытной площадкой был разведён новый экспериментальный сад на площади 0,3 га. В этом саду были посажены по 10 саженцев абрикоса, хурмы, черешни, по 15 саженцев миндаля, айвы, сливы, 20 саженцев яблони и 80 саженцев персика – всего 145 саженцев фруктовых деревьев. Для повышения плодородности почвы у корневой системы саженцев, сохранения и предотвращения инфильтрации влаги атмосферных осадков, на дно ямы перед посадкой саженцев положен слой в 3-5 см из опавших листьев а сверху также слоем в 3-5 см перегной и затем посажены саженцы. Но этот метод не оправдал себя. Видимо, выделяющееся в процессе гниения опавшей листвы и перегной тепло оказало отрицательное влияние на молодую корневую систему растений. В итоге многие молодые саженцы погибли.

С начала весны 2018 года все агротехнические мероприятия эксперимента были выполнены, как в 2016-2017 годах.

В 2019 году в экспериментальную технологию было внесено изменение и в двух вариантах велись работы по мульчированию.

В первом варианте было проведено последовательное применение двух видов мульчирования. В последних числах зимы террасированные и вспаханные поверхности были покрыты перегноем толщиной в 3-5 см, а с начала весны (марта) сверху были положены опавшие листья толщиной в 3-5 см, т.е. проведены работы по мульчированию органикой. А с середины мая поверх органической мульчи было осуществлено мульчирование пластиком – плёнкой. В этом методе органическая мульча защищала почву от прямых солнечных лучей и от ветра, влага накопленная в почве за зиму, сохранялась более длительное время. Вместе с этим, было обеспечено лёгкое проникновение в почву вод весенних дождей, что привело к повышению естественной влажности почвы. Проведённое после окончания периода весенних дождей мульчирование пластиком более эффективно, по сравнению с мульчированием органикой, способствовало сохранению влажности почвы в летние месяцы.

Во втором варианте ограничились только мульчированием органикой, то есть, было проведено мульчирование с помощью перегноя и опавших листьев террасированной и вспаханной поверхности почвы, как в первом варианте. В этом варианте было выявлено, что органическая мульча хотя и создавала условия для проникновения в почву весенних осадков, но не смогла способствовать сохранению влаги в почве в жаркий летний период столь эффективно, как плёнка. Поэтому, несколько молодых саженцев, к которым был применён этот вариант, погибли.

Таблица 6

**Полученный урожай с посаженных в 2013-2014 годах
опытных фруктовых саженцев**

Table 6

**The harvest obtained from the experienced fruit seedlings
planted in 2013-2014**

Фруктовые саженцы	Год посадки	Год получения урожая	Всего количество саженцев	Максимальный, минимальный и средний урожай с одного саженца, кг	Всего урожай, кг
Абрикос	2013	2016	9	2/0,3/0,4	3,6
		2017	9	5/0,5/1,3	11,7
		2018	9	15/1/6	54
		2019	9	20/2/10	90
Абрикос	2014	2018	3	15/5/10	30
		2019	3	20/10/15	45
Персик		2018	8	6/1/3	24
		2019	8	7/2/4	32
Вишня		2018	2	2/0,5/1,25	2,5
		2019	2	2/0,5/1,25	2,5
Айва		2018	4	2/0,5/1	4
		2019	4	8/0,5/3	12
Слива		2018	3	0,2/0,1/0,15	0,5
		2019	3	0,5/0,2/0,3	1
Яблоня	2018	15	7/0,5/3,3	50	
	2019	15	10/0,5/4	60	

Выводы. По результатам проводимых с 2013 года на адырных территориях опытов по возведению неорошаемых садов можно отметить, что фруктовые саженцы, в большинстве случаев провели свой вегетационный период как у орошаемых саженцев. Но, их урожайность была в среднем на 50% меньше, чем у орошаемых саженцев. А вкус плодов опытных абрикосов, персиков, яблок получился слаще орошаемых.

Данные об урожае фруктов опытных саженцев 2013 и 2014 годов приведены в табл. 6. Они показывают возможность развития садоводства на адырах северо-восточной части Наманганской области без орошения.

Вклад авторов. Б.А.Камалов: Методология, анализ, проверка, написание текста, руководство. **М.Р.Кориев:** Сбор данных, обработка, концептуализация, анализ, написание текста, оформление. Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаев А., Арғинбоев Ҳ., Абдуллаев Ҳ. Физика ва агрометеорология (Агрометеорология). – Тошкент: Фан ва технология, 2015. – 480 б.

Баратов А.С. Наманган вилоятида сув хўжалигини ташкил этиш ва унинг самарадорлигини ошириш масалалари. География фанлари номзоди илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация. – Тошкент, 2007. – 161 б.

Камалов Б.А., Абдурахманов С.Т., Қориев М.Р. Результаты опытов выращивания овощных культур и садоводства в предгорной зоне Ферганской долины без орошения // Устойчивое развитие горных территорий, 2015, №1(23). – С. 46-52.

Мирзамаҳмудов О., Боймирзаев К. Наманган вилояти адирларининг ландшафт-экологик шароитини баҳолаш. – Тошкент, 2011. – 122 б.

Наманган вилояти гидрометеорология бошқармасининг (ГМБ) статистик маълумотлари. – Наманган, 2020.

Турсунов Л. Тупроқ физикаси. – Тошкент: Мехнат, 1988. – 224 б.

Холиқулов Ш., Узоқов П., Бобохўжаев И. Тупроқшунослик. – Тошкент, 2011. – 571 б.

Қозоқов А. Фарғона водийси адирларидан фойдаланиш ва уларни муҳофаза қилиш // “Фарғона водийси табиатини муҳофаза қилишнинг экологик-географик асослари” республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Наманган, 2003. – Б. 36-38.

Фафурова Л.А., Абдуллаев С.А., Намозов Х.Қ. Мелиоратив тупроқшунослик. – Тошкент: O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2003. – 190 б.

Kamalov B., Koriyev M. Organization of gardens without irrigation on the adyrs of the northeastern part of the Fergana valley // European Science Review. 2018, № 11-12. – PP. 7-10.

АДИР ҲУДУДЛАРИДА СУҒОРМАСДАН БОҒ ЯРАТИШ БЎЙИЧА ТАЖРИБАЛАР НАТИЖАЛАРИ

Б.А. КАМАЛОВ¹, М.Р. ҚОРИЕВ¹

¹Наманган давлат университети, kamolov-1942@inbox.ru

Аннотация. Мақолада Наманган вилоятининг шимоли-шарқий қисмидаги қуруқ иқлимли адир ҳудудларида мульчалаш ва террасалашни биргаликда қўллаш асосида суғормасдан боғ ташкил этиш бўйича олиб борилган тажрибаларнинг натижалари келтирилган. Тажриба натижалари адир ҳудудларида тупроқ намлигини табиий шароитда, суғорилганда ҳамда суғорилмасдан террасалаш ва; 1) органик мульчалаш, 2) баҳорда органик ва ёзда пластик мульчалаш шароитларида ўлчаши ўтказиши орқали асосланган. Натижада, 250-300 мм ёгин ёғадиган адирларда суғормасдан боғ ташкил этиш имконияти мавжудлиги тасдиқланган.

Калит сўзлар: террасалаш, мульчалаш, тупроқ намлиги, адир ҳудудлари иқлими, суғормасдан боғ ташкил этиши.

RESULTS OF EXPERIENCES IN CREATING GARDENS WITHOUT IRRIGATION IN ADYR TERRITORIES

B.A. KAMALOV¹, M.R. KORIYEV¹

¹Namangan State University, kamolov-1942@inbox.ru

Abstract. The article presents the results of experiments on the cultivation of orchards in the dry climate of the adyrs of the northeastern part of the Namangan region without irrigation through joint use of terracing of slopes and mulching. They are substantiated by measurements of soil moisture under natural conditions, irrigation, joint use of terracing with mulching 1) organic and 2) organic in spring

and plastic in summer, as well as without mulching. On their basis, the possibility of cultivating gardens on adyrs with an annual precipitation of 250-300 mm has been proved.

Keywords: *terracing, mulching, soil moisture, climate of adyr territories, cultivation of gardens without irrigation.*

REFERENCES

Abdullayev A., Arg'inboev H., Abdullaev H. Fizika va agrometeorologiya (Agrometeorologiya) [Physics and agrometeorology (Agrometeorology)]. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 480 p. (in Uzbek)

Baratov A.S. Namangan viloyatida suv xo'jaligini tashkil etish va uning samaradorligini oshirish masalalari [Issues of organization and efficiency of water management in Namangan region]. Geografiya fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya. – Toshkent, 2007. – 161 p. (in Uzbek)

Kamalov B.A., Abduraxmanov S.T., Koriev M.R. Rezultati opitov virashivaniya ovoshных kultur i sadovodstva v predgornoy zone Ferganskoy dolini bez orosheniya [Results of experiments on growing vegetables and horticulture in the foothill zone of the Fergana Valley without irrigation] // *Ustoychivo razvitie gornix territoriy*, 2015, №1(23). – PP. 46-52. (in Russian)

Mirzamahmudov O., Boymirzaev K. Namangan viloyati adirlarining landshaft-ekologik sharoitini baholash [Assessment of landscape and ecological conditions of the hills of Namangan region]. – Toshkent, 2011. – 122 p. (In Uzbek)

Namangan viloyati gidrometeorologiya boshqarmasining (GMB) statistik ma'lumotlari [Statistic data of the Namangan Hydrometeorological Administration]. – Namangan, 2020. (in Uzbek)

Tursunov L. Tuproq fizikasi [Soil physics]. – Toshkent: Mehnat, 1988. – 224 p. (in Uzbek)

Xoliqulov Sh., Uzoqov P., Boboxo'jayev I. Tuproqshunoslik [Soil science]. – Toshkent, 2011. – 571 p. (in Uzbek)

Qozoqov A. Farg'ona vodiysi adirlaridan foydalanish va ularni muhofaza qilish [Use and protection of the adyrs of the Fergana Valley] // "Farg'ona vodiysi tabiatini muhofaza qilishning ekologik-geografik asoslari" respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Namangan, 2003. – PP. 36-38. (in Uzbek)

G'afurova L.A., Abdullaev S.A., Namozov X.Q. Meliorativ tuproqshunoslik [Reclamation soil science]. – Toshkent: Ozbekiston milliy ensiklopediyasi, 2003. – 190 p. (in Uzbek)

ГИДРОЛОГИЯ**HYDROLOGY**

УДК: 551.48

**ТОҒ ДАРЁЛАРИДА КАМ СУВЛИ ЙИЛЛАРНИ УЛАРНИНГ МАВСУМИЙ ОҚИМ
МИҚДОРЛАРИ АСОСИДА АНИҚЛАШ МАСАЛАЛАРИ****Ф.Х. ҲИКМАТОВ^{1*}, Ғ.Х. ЮНУСОВ¹, Д.М. ТУРҒУНОВ²**

¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети,
hikmatov_f@mail.ru, yunusov-g@mail.ru

² Гидрометеорология илмий-тадқиқот инситути, turgunovd1987@gmail.com

Аннотация. Мақолада тоғ дарёларида кузатиладиган кам сувли йилларни олдиндан аниқлаш масалалари Қашқадарё ҳавзаси дарёлари мисолида кўриб чиқилган. Шу мақсадда ўрганилаётган дарёларнинг мавсумий, яъни март-июнь ва июль-сентябрь ойларида кузатилган ўртача сув сарфлари ҳисобланган. Ҳисоблашлар учта ҳисоб даврларига тегишли бўлган гидрологик маълумотлар асосида амалга оширилган. Ўрганилган дарёлар ўртача йиллик оқими миқдорларининг асосан биринчи мавсумий, яъни март-июнь ойлари оқимига боғлиқлиги кўрсатиб берилган. Дарёларнинг иккинчи ва учинчи ҳисоб даврларидаги мавсумий ўртача сув сарфлари бўйича кам сувли йиллар сони аниқланган ва уларнинг умумий кузатиш йилларига нисбатан улушлари ҳисобланган.

Калит сўзлар: дарё, дарё ҳавзаси, сув сарфи, сув режими, дарёларнинг тўйиниши типи, кам сувли йиллар, гидрологик қурғоқчилик.

Кириш. Маълумки, арид иқлимли ҳудудларда қишлоқ хўжалигида фойдаланиладиган ерларни суғоришда дарёлар оқимининг ўзгарувчанлиги, яъни уларда бир йили сувнинг кўп бўлиши, иккинчи йили эса кам бўлиши қатор муаммоларни келтириб чиқаради. Шунинг эътиборга олган ҳолда, қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини етиштириш самарадорлигини таъминлашда дарёларнинг сувлиги даражаси муҳим омил ҳисобланади. Шу туфайли, дарёларда кам сувли йилларни олдиндан аниқлаш мақсадида бажарилган тадқиқотлар гидрологиянинг долзарб, лекин кам ўрганилган муаммоларидан бири ҳисобланади.

Ўзбекистонда, аниқроғи Орол ҳавзаси дарёлари мисолида, мазкур масалага бағишланган ишлар орасида Э.М.Ольдекоп [Ольдекоп, 1918], Л.К.Давидов [Давидов, 1927], В.Л.Шульц [Шульц, 1965], З.В.Джорджио [Джорджио, 1957], В.Е.Чуб [Чуб, 2000], Ф.Х.Ҳикматов [Ҳикматов, Турғунов, 2017; Ҳикматов, Юнусов, 2017], Д.М.Турғунов [Turgunov, Khikmatov, 2018; Турғунов, 2019; Турғунов, Ҳикматов, 2019] ва бошқаларнинг тадқиқотлари алоҳида ажралиб туради. Мазкур тадқиқотларда дарёларда кам сувли йилларни узоқ муддатли прогнозлаш масалалари, уларни турли гидрологик катталиклар ёрдамида аниқлаш, метеорологик ҳамда гидрологик қурғоқчиликлар ва бу жараёнларнинг вужудга келиши сабаблари ҳамда оқибатлари ёритилган [Чуб, 2000, Шульц, 1965, Turgunov, Khikmatov, 2018].

Дарёларда кузатиладиган кам сувли йилларни уларни юзага келтирувчи гидрометеорологик омилларга боғлиқ ҳолда аниқлаш, ушбу гидрологик ҳодисаларнинг такрорланишини баҳолашга бағишланган тадқиқотлар орасида Д.М.Турғунов [Турғунов,

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

2019] томонидан олиб борилган ишлар диққатга сазовордир. Мазкур тадқиқотларда муаллиф Ўзбекистон тоғ дарёларида кам сувли йилларни гидрологик нуқтаи назарда тавсифлашда “кам сувли йилларнинг нисбий сони” ва “кам сувлилик коэффициентлари” каби катталиклардан фойдаланишни тавсия этган, энг муҳими, уларнинг дарёлар ҳавзалари бўйича тақсимланиши карталарини илк бор яратган. Лекин, ушбу тадқиқотларда Қашқадарё ҳавзаси дарёларига мазкур ишда биз кўриб чиқаётган мавзу доирасида, алоҳида эътибор қаратилмаган.

Ишнинг мақсади ва вазифалари. Юқорида қайд этилган ҳолатлардан келиб чиққан ҳолда, ушбу тадқиқотнинг асосий мақсади Қашқадарё ҳавзаси дарёларида кам сувли йилларни, мавсумий сув сарфлари асосида, олдиндан аниқлашга қаратилди. Қашқадарё ҳавзаси дарёларида турли мавсумлар, жумладан март-июнь ва июль-сентябрь ойлари давомида кузатилган ўртача сув сарфларининг йиллараро ўзгариши графикларини куриш ҳамда мазкур графикларнинг таҳлиллари асосида кам сувли йилларни аниқлаш масалалари тадқиқотнинг асосий вазифалари қилиб белгиланди.

Тадқиқот объекти ва предмети. Ишда тадқиқот объекти сифатида Қашқадарё ва унинг йирик ирмоқлари танлаб олинди. Қашқадарё ҳавзаси дарёларида кам сувли йилларни мавсумий сув сарфлари асосида аниқлаш, тадқиқотнинг предмети ҳисобланади.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Ишни бажариш жараёнида Қашқадарё ҳавзасининг тоғ ва тоғ олди ҳудудларидаги гидрологик постларда кузатилган кўп йиллик (1927-2020 йй.) сув сарфлари маълумотларидан фойдаланилди. Ҳозирги кунда Қашқадарё ҳавзасида Ўзгидрометнинг 12 та сув сарфларини кузатиш пунктлари мавжуд, улардан 5 таси Қашқадарё дарёсида жойлашган. Ҳавзадаги 3 та гидрологик пост 1927-1930 йиллардан буён кузатишлар олиб боради.

Тадқиқотда замонавий гидрологик ҳисоблашлар, математик статистик усуллар, географик умумлаштириш ва таққослаш усулларидан фойдаланилди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Дарёларнинг сувлилиги даражаси, биринчи навбатда, уларнинг ҳавзалари жойлашган ҳудудларнинг географик ўрнига, геологик тузилиши, рельефи ва иқлим шароитига ҳамда тўйиниш манбаларига боғлиқдир. Ушбу омиллар таъсири натижасида улар оқимининг йил давомида ойлар бўйича ва мавсумлараро тақсимланиши турлича бўлади. Қашқадарё ҳавзаси дарёларида кам сувли йилларнинг такрорланиши асосан март-июнь ва июль-сентябрь ойларида кузатилган оқим миқдорларига боғлиқ бўлади. Шунинг учун ҳам мазкур ишда дастлабки тадқиқотлар, ҳавза дарёларида таянч гидрологик постларда кузатилган сув сарфлари асосида, оқимнинг мавсумлар бўйича тақсимланишини аниқлашдан бошланди. Тадқиқот объекти сифатида танлаб олинган ҳавзадаги Қашқадарё, Жиннидарё, Оқдарё, Танхоздарё ва Яккабоғдарёларнинг асосий гидрографик кўрсаткичлари аниқланди. Улардаги гидрологик постларда ўлчанган ўртача ойлик сув сарфлари маълумотлари асосида мавсумий, яъни март-июнь ҳамда июль-сентябрь ойларининг ўртача сув сарфлари миқдорлари аниқланди (1-жадвал).

Жадвалдан кўриниб турибдики, ҳавзадаги Қашқадарё, Жиннидарё ва Танхоздарёларда максимал сув сарфлари асосан март-июнь ойларида, Оқдарё ва Яккабоғдарёларда эса июль-сентябрь ойларида кузатилган. Қашқадарё ва Танхоздарёда март-июнь ойларидаги ўртача сув сарфи йиллик ўртача сув сарфларидан деярли икки баравар катта қийматга эга бўлганлигини ҳам алоҳида таъкидлаш лозим.

Ҳавза дарёлари учун ҳисобланган мавсумий сув сарфларининг ўртача қийматлари асосида кам сувли йиллар аниқланди. Шу мақсадда, уларнинг йиллараро тебраниш графиклари чизилди ва ҳар бир графикнинг тенгламалари аниқланди (1-расм). Умумий кузатиш йиллари учун чизилган графикларнинг тренд чизикларида мавсумий ўртача сув сарфларининг камайиб бораётганлиги аниқ кўринмади. Шунинг учун ишда танлаб олинган дарёлар оқимининг йиллараро тебранишларидаги ўзгаришларни ўрганиш

мақсадида 3 та ҳисоб даври ажратиб олинди: I ҳисоб даври, умумий кузатиш йилларини қамраб олади; II ҳисоб даври, 1970-2020 йилларга тегишли; III ҳисоб даври, 1990-2020 йилларни ўз ичига олади.

1-жадвал**Қашқадарё ва йирик ирмоқларининг гидрографик кўрсаткичлари****Таблица 1****Гидрографические показатели Кашкадарьи и её крупных притоков****Table 1****Hydrographic indicators of Kashkadarya and its large tributaries**

№ п/п	Дарё-пост	L, км	H, м	F, км ²	Q _й , м ³ /с	Q _{ўрт} , м ³ /с			δ
						III-VI	VII-IX	X-II	
1	Қашқадарё-Варганза	378	1800	12000	5,22	11,02	2,21	0,98	0,15
2	Жиннидарё-Жауз	52	1970	344	1,43	2,40	0,95	1,05	0,31
3	Оқдарё-Хазарнова	104	2550	1280	12,12	15,48	20,88	3,95	1,02
4	Танхоздарё-Қатағон	93	2210	1910	3,96	8,22	3,13	0,94	0,28
5	Яккабоғдарё-Татар	99	2730	1180	5,96	6,11	6,32	2,30	0,43

Изоҳ: L – дарёнинг узунлиги; H – ҳавзининг ўртача баландлиги; F – сув тўплаш майдони; Q_й – ўртача йиллик сув сарфи; δ – Шульц коэффициентини.

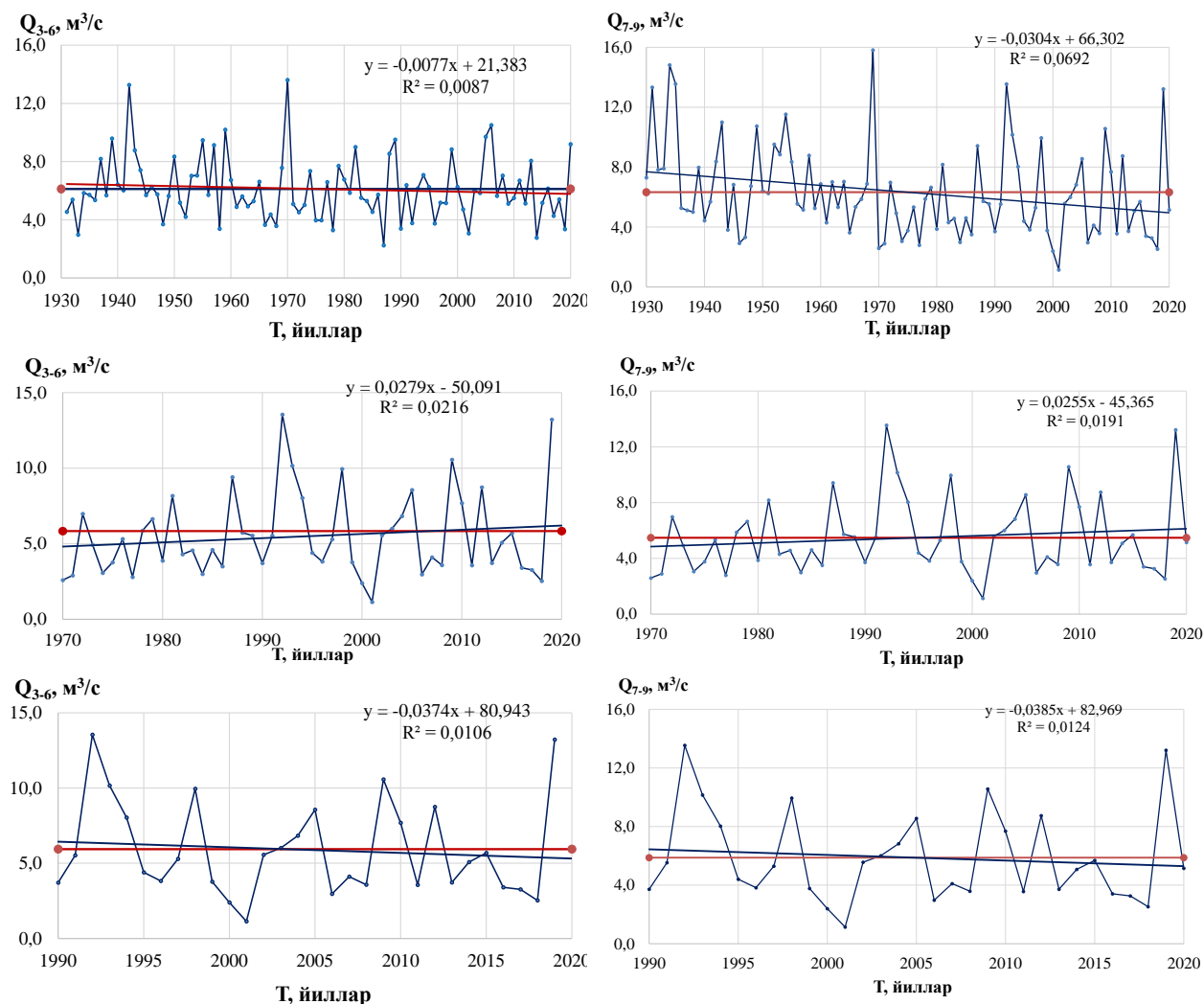
Примечание: L – длина реки; H – средняя высота бассейна; F – площадь водосбора; Q_с – среднегодовое расход воды; δ – коэффициент Шульца.

Note: L – is the length of the river; H – is the average height of the pool; F – is the catchment area; Q_y – average annual water consumption; δ – Schultz coefficient.

Мавсумий ўртача сув сарфларининг йиллараро ўзгариш графиклари ҳар бир ҳисоб даври учун алоҳида чизилди ҳамда уларнинг тренд чизиклари ўтказилиб, сув сарфларининг ўртача кўп йиллик қийматга, яъни меъерий сув сарфига нисбатан ўзгариши аниқланди (2-жадвал).

Графиклардан кўриниб турибдики, I ҳисоб даврида Яккабоғдарёда март-июнь ойлари учун аниқланган сув сарфлари йиллараро деярли ўзгаришсиз қолган. II ҳисоб даврида эса ушбу мавсум учун аниқланган сув сарфларининг бироз кўпайганлигини кўриш мумкин. Охирги йилларни қамраб олган III ҳисоб даврида эса мавсумий ўртача сув сарфларининг камайиши янада яққол кўзга ташланди. Бу ҳолат уларнинг тренд тенгламаларидаги манфий ишорали коэффициентларда ҳам яққол намоён бўлган. Демак, охирги, яъни III ҳисоб даврида Яккабоғдарё ҳавзасига атмосфера ёғинлари меъёрдан анчагина кам ёққан. Иккинчи томондан, ҳароратнинг кўтарилиши ёғинлардан оқим ҳосил бўлиш жараёнига салбий таъсир кўрсатган, деган хулосага ҳам келиш мумкин.

Яккабоғдарёда июль-сентябрь ойларидаги ўртача сув сарфларининг биринчи ҳисоб давридаги графигидан кўриниб турибдики, 1970 йилларда дарёдаги оқим миқдори меъерий сув сарфига яқин бўлган. Шундан сўнг унинг қиймати яна камайишда давом этган. Иккинчи ҳисоб даври учун чизилган график эса ўртача сув сарфларининг меъерий сув сарфларига нисбатан кўпайиб бораётганлигидан дарак беради. Юқорида келтирилган графикларнинг 3-ҳисоб даври учун чизилган ўртача эса сув сарфларининг мазкур даврда камайиб бораётганлигини кўрсатиб турибди. Таъкидлаш лозимки, бундай ҳолат март-июнь ойларидаги ўртача сув сарфларида ҳам қайд этилган эди. Охирги, яъни III ҳисоб даврида Яккабоғдарёда ҳар икки мавсумдаги ўртача сув сарфлари миқдорларининг камайиб бораётганлигини охирги 10 йилликларда глобал миқёсда рўй бераётган иқлим ўзгариши жараёнларининг натижаси, деб қабул қилиш мумкин.



1-расм. Яккабоғдарёда (Татар) мавсумий, яъни март-июнь ва июль-сентябрь ойларидаги ўртача сув сарфларининг йиллараро ўзгаришлари

Рис. 1. Многолетние изменения сезонных, т.е. за март-июнь и июль-сентябрь месяцы расходов воды реки Яккабагдарье (Татар)

Fig. 1. Multiannual changes of seasonal, i.e. March-June and July-September of mean water discharges of Yakkabogdarya River (Tatar)

Алоҳида қайд этиш лозимки, Қашқадарё ҳавзасидаги Танхоздарёда (Қатағон) мавсумий сув сарфларининг йиллараро тебраниши ҳавзадаги бошқа дарёларга нисбатан ўзгачалиги билан ажралиб туради (2-расм). Биринчидан, мазкур дарёда март-июнь ойлари учун ҳисобланган ўртача сув сарфлари миқдорларининг июль-сентябрь ойларидагига нисбатан қарийб 2,5 марта катта. Иккинчидан, умумий кузатиш йиллари учун март-июнь ойларидаги ўртача сув сарфларининг йиллараро тебраниши графигида сув сарфларининг миқдорий ўзгаришлари аниқ кўринмади. Графиклар II ҳисоб даври учун чизилганида эса март-июнь ойларидаги мавсумий ўртача сув сарфларининг сезиларли даражада ортанлигига гувоҳ бўлдик. Графикда акс этиб турганидек, ушбу ҳисоб даврида ўртача сув сарфлари қарийб 4 м³/с га ортан (2-расм).

2-жадвал

Қашқадарё хавзаси дарёлари мавсумий оқими миқдорларининг ўзгаришларини
ифодаловчи тренд тенгламалари

Таблица 2

Уравнения тренда, характеризующие изменения количества сезонного стока рек
бассейна Кашкадарья

Table 2

Trend equations, representing changes of seasonal flow of the rivers in Kashkadarya basin

№	Дарё- пост	Мавсум	Регрессия тенгламаси		
			Ҳисоб даврлари		
			I	II	III
1	Қашқадарё- Варганза	1	$y = -0,019x + 29,8$	$y = 0,018x - 25,1$	$y = -0,15x + 303,4$
		2	$y = -0,01x + 24,1$	$y = -0,004x + 10$	$y = -0,017x + 35,3$
2	Жиннидарё- Жауз	1	$y = -0,004x + 11,2$	$y = -0,01x + 21,8$	$y = -0,04x + 89,9$
		2	$y = -0,003x + 6,7$	$y = -0,02x + 42,0$	$y = -0,029x + 59,1$
3	Оқдарё- Хазарнова	1	$y = -0,09x + 191,3$	$y = -0,09x + 196,7$	$y = 0,033x - 54,4$
		2	$y = 0,09x - 154,8$	$y = 0,20x - 375,1$	$y = -0,396x + 819,9$
4	Танхоздарё- Қатағон	1	$y = 0,08x - 7,53$	$y = 0,08x - 157,3$	$y = 0,032x - 55,4$
		2	$y = -0,03x + 53,7$	$y = 0,012x - 21,6$	$y = -0,01x + 22,2$
5	Яккабоғдарё- Татар	1	$y = -0,01x + 21,4$	$y = 0,028x - 50,1$	$y = -0,04x + 80,9$
		2	$y = -0,03x + 66,3$	$y = 0,026x - 45,4$	$y = -0,04x + 82,97$

Изоҳ: 1 – март-июнь; 2 – июль-сентябрь; I – умумий кузатиш даври; II – 1970-2020 йиллар; III – 1990-2020 йиллар.

Примечание: 1 – март-июнь; 2 – июль-сентябрь; I – общий период наблюдений; II – 1970-2020 гг.; III – 1990-2020 гг.

Note: 1 – March-June; 2 – July-September; I – for total observation period; II – 1970-2020; III – 1990-2020.

Графикда июль-сентябрь ойларидаги сув сарфлари ўртача қийматларининг I ҳисоб даврида кескин камайиб борганлиги эса аниқ намоён бўлди. Ҳисоб даврининг боши ва тугашидаги ўртача сув сарфларининг фарқи қарийб $2 \text{ м}^3/\text{с}$ га тенгдир.

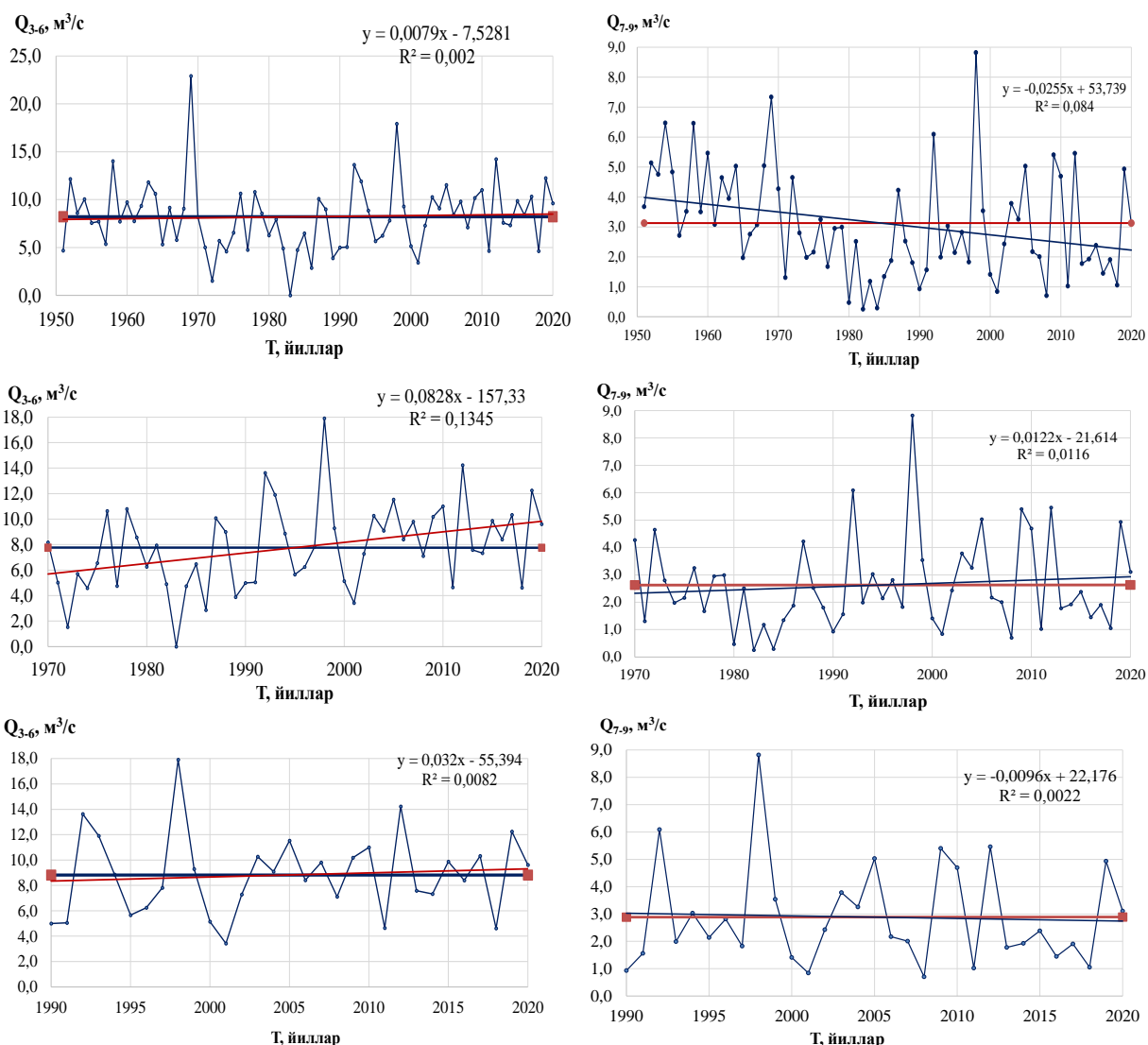
Танхоздарёда (Қатағон) III ҳисоб даври учун чизилган графиклар биринчи мавсумий, яъни март-июнь ойларидаги сув сарфларининг кўпайганлигини, иккинчи мавсумий, яъни июль-сентябрь ойларида эса қисман камайганлигини кўрсатди (2-расм).

Ҳисоблашлар натижалари хавзадаги кўпгина дарёлар сув сарфларининг охириги йилларни қамраб олган III ҳисоб даврида сув сарфлари камайганлигини яққол кўрсатди. Бироқ, Оқдарё (Хазарнова) ва Танхоздарё (Қатағон) ларда ушбу даврда мавсумий сув сарфларининг бироз кўпайганлигини кўришимиз мумкин.

Ишнинг мақсадидан келиб чиқиб белгиланган вазифаларга мос равишда, хавзадаги дарёларда кузатилган кам сувли йиллар сони гидрологик ҳисоблашларда белгиланган мезонларга амал қилган ҳолда аниқланди (3-жадвал).

Жадвалда келтирилган I ҳисоб даврида кузатиш йилларининг давомийлиги тадқиқот олиб борилган дарёларда турлича бўлганлиги сабабли, таҳлилларни II ва III ҳисоб даврлари бўйича амалга оширилди. Масалан, Қашқадарёда (Варганза) II ҳисоб даврида умумий кузатишлар давомийлиги 51 йилни ташкил этган бўлса, шундан кам сувли йиллар март-июнь ойлари бўйича 25 марта (49%), июль-сентябрь ойлари бўйича эса 28 марта (54,4%) такрорланган. Танхоздарёда (Қатағон) эса мавсумий сув сарфлари асосида аниқланган кам сувли йиллар сонининг июль-сентябр ойларида март-июнь ойларидагига нисбатан 7 йил кўплиги аниқланди. Фақат Оқдарё (Хазарнова) дагина кам

сувли йиллар сони ҳар икки мавсумда бир хил бўлган. Ўрганилаётган дарёларда мавсумий ўртача сув сарфлари асосида аниқланган кам сувли йиллар улушининг энг катта қиймати Яккабоғдарёга (62,7%), энг кичик қиймати эса Танхоздарёга (45,1%) тўғри келди.



2-расм. Танхоздарёда (Қатагон) мавсумий, яъни март-июнь ва июль-сентябрь ойларидаги ўртача сув сарфларининг йиллараро ўзгаришлари

Рис. 2. Многолетние изменения сезонных, т.е. за март-июнь и июль-сентябрь месяцы расходов воды реки Танхаздарья (Катаган)

Fig 2. Multiannual changes of seasonal, i.e. March-June and July-September of mean water discharges of Tanxazdarya River (Katagan)

Хулоса. Бажарилган тадқиқот натижаларини умумлаштирган ҳолда, қуйидаги хулосаларни қайд этиш мумкин.

1. Қашқадарё хавзаси дарёларида ўртача йиллик оқим миқдорларининг меъёрга нисбатан кам бўлишига, асосан, март-июнь ойларидаги оқим миқдори бевосита таъсир кўрсатади.

2. Қашқадарё, Танхоздарё ва Яккабоғдарёда II ҳисоб даврида, март-июнь ойларида, ўртача сув сарфларининг меъёрга нисбатан кўпайганлиги, Жиннидарё,

Оқдарёда эса камайганлиги аниқланди.

3. Қашқадарё ва Жиннидарёда II ҳисоб даврида июль-сентябрь ойларидаги ўртача сув сарфлари камайган, қолган дарёларда эса аксинча, кўпайган. III ҳисоб даврида Оқдарё билан Танхоздарёдан бошқа барча ўрганилган дарёларда март-июнь ойларидаги ўртача сув сарфлари камайган.

3-жадвал

Мавсумий сув сарфлари асосида аниқланган кам сувли йиллар сони

Таблица 3

Число маловодных лет, выявленных исходя из сезонных расходов воды

Table 3

The number of low water years determined on the basis of seasonal water discharges

№	Дарё- пост	Мавсум	Кам сувли йиллар сони			Кам сувли йилларнинг улуши, %	
			Ҳисоб даврлари			II	III
			I	II	III		
1	Қашқадарё- Варганза	3-6	46	24	15	47,1	48,4
		7-9	45	28	17	54,9	54,8
2	Жиннидарё- Жауз	3-6	44	26	15	51,0	48,4
		7-9	45	31	18	60,8	58,1
3	Оқдарё- Хазарнова	3-6	48	28	16	54,9	51,6
		7-9	56	28	13	54,9	41,9
4	Танхоздарё- Қатағон	3-6	34	23	15	45,1	48,4
		7-9	39	30	19	58,8	61,3
5	Яккабоғдарё- Татар	3-6	51	32	19	62,7	61,3
		7-9	53	29	20	56,9	64,5

4. Иккинчи ва учинчи ҳисоб даврларидаги мавсумий сув сарфлари бўйича кам сувли йиллар сони аниқланди ва уларнинг умумий кузатиш йилларига нисбатан улуши ҳисобланди: II ҳисоб даврида март-июнь ойларидаги сув сарфлари бўйича аниқланган кам сувли йилларнинг улуши ўртача 52,2 % га, июль-сентябрь ойлари бўйича эса 56,4 % тенг бўлди.

5. Тадқиқотларда [6-9] қайд этилганидек, кам сувли йилларнинг кузатилиши шу йилда ёққан атмосфера ёғинлари миқдорига ва ҳаво ҳароратига боғлиқлигини ҳисобга олиб, келгусида ушбу масалани иқлимий омилларни ҳисобга олган ҳолда тадқиқ этиш лозим, деб ҳисоблаймиз.

Муаллифлар хиссаси. Ф.Ҳ.Ҳикматов: Мақола ғоясини аниқлаштириш, методология натижалар таҳлили, натижаларни текшириш, раҳбарлик. **Ғ.Х.Юнусов:** Мақола ғояси, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Д.М.Турғунов:** Мақола ғоясини қўллаш, объектни танлаш, маълумотларни йиғиш, қайта ишлаш, натижалар таҳлили, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашр этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Давыдов Л.К. Колебания водоносности рек Средней Азии // Тр. Средазмета. – Ташкент, 1927. – Том 1. – Вып.2. – С. 5-48.

Джорджио З.В. Опыт долгосрочных прогнозов стока рек Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1957. – 202 с.

Зайцева И.С. Маловодные годы в бассейне Волги: природные и антропогенные факторы.

– М.: ИГ АН СССР, 1990. – 173 с.

Ковалёв Ю.С., Мавлонов А.А. О проблеме маловодья в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи // *Материалы Республиканской научно-практической конференции.* – Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2008. – С. 15-20.

Ольдеков Э.М. Зависимость режима р. Чирчик от метеорологических факторов // *Тр. Метеорол. отдела гидромет. части в Туркестанском крае.* – 1918. – Вып. 89. – 83 с.

Тургунов Д.М. Маловодье на горных реках Средней Азии и обуславливающие их климатические условия. Автореф. дисс. ... PhD. геогр. наук. – Ташкент, 2019. – 46 с.

Ҳикматов Ф.Х., Тургунов Д.М. Тоғ дарёларида кам сувли йиллар, уларнинг меъёри ва кам сувлиликнинг чуқурлашуви масалалари // *ЎзМУ хабарлари. Табиий фанлар.* – Ташкент, 2017. № 3/1. – Б. 330-335.

Тургунов Д.М., Ҳикматов Ф.Х. Ўзбекистон тоғ дарёларида кузатиладиган ҳалокатли кам сувли йиллар ва уларни аниқлаш // *Ўз ГЖ ахбороти. 55-жилд.* – Тошкент, 2019. – Б. 185-190.

Ҳикматов Ф.Х., Юнусов Ф.Х. Тоғ дарёлари оқими микдорини метеорологик омилларга боғлиқ ҳолда баҳолаш масалалари // *Ўз ГЖ ахбороти. 50-жилд.* – Тошкент, 2017. – Б. 193-198.

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

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

Turgunov D.M., Khikmatov F.H. Estimation of the low-water norm in the mountain rivers of Central Asia // *European Sciences Review. Austria, Vienna.* № 3-4. 2018 (March–April). – PP.101-105.

ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАЛОВОДНЫХ ЛЕТ НА ГОРНЫХ РЕКАХ НА ОСНОВЕ СЕЗОННЫХ ВЕЛИЧИН ИХ СТОКА

Ф.Х. ХИКМАТОВ¹, Г.Х. ЮНУСОВ¹, Д.М. ТУРГУНОВ²

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

² Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, turgunovd1987@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы раннего выявления маловодных лет на горных реках на примере рек бассейна Кашкадарьи. С этой целью рассчитаны средние значения сезонных расходов воды изучаемых рек, т.е. за март-июнь и июль-сентябрь месяцы. Расчеты производились на основе гидрологических данных за три расчетных периода. Показано, что средние годовые значения стока исследуемых рек в основном зависят от стока 1-го сезона, т.е. март-июнь месяцы. Определено число маловодных лет на изучаемых реках на основе их средних сезонных значений расходов воды во втором и третьем расчетных периодах и рассчитаны их значения относительно к общему количеству лет наблюдений.

Ключевые слова: река, бассейн реки, расход воды, водный режим, тип питания рек, маловодные годы, гидрологическая засуха.

ISSUES OF DETERMINING LOW-WATER YEARS ON MOUNTAIN RIVERS BASED ON SEASONAL VALUES OF THEIR RUNOFF

F.Kh. KHIKMATOV¹, G.Kh. YUNUSOV¹, D.M. TURGUNOV²

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

² Hydrometeorological Research Institute, turgunovd1987@gmail.com

Abstract. The article discusses the issues of early detection of low water years in rivers on the example of rivers in the Kashkadarya basin. For this purpose, the average seasonal water discharges of the rivers, i.e. March-June and July-September, was estimated. These estimations were performed on the

basis of hydrological data relating to the three estimation periods. It is shown that the average annual flow of the studied rivers depends on the flow of the 1st season, i.e. March-June. The number of deficit years on seasonal water discharges in the second and third estimation periods was determined and their share relative to the total observation years was calculated.

Keywords: river, river basin, water discharge, water regime, type of river feeding, low water years, hydrological drought.

REFERENCES

Davidov L.K. Kolebaniya vodonosnosti pek Sredney Azii [Water flow rates in Central Asia] // Tr. Sredazmeta. – Tashkent, 1927. – Tom 1. – Vip.2. – PP. 5-48. (in Russian)

Djordjio Z.V. Ovit dolgosrochnix prognozov stoka rek Sredney Azii [Experience of long-term forecasts of river runoff in Central Asia]. – Tashkent: Izd-vo SAGU, 1957. – 202 p. (in Russian)

Zayseva I.C. Malovodnie godi v basseynе Volgi: prirodnie i antropogennie faktori [Low water years in the Volga basin: natural and antropogenic factors]. – M.: IG AN SSSR, 1990. – 173 p. (in Russian)

Kovalyov Yu.C., Mavlonov A.A. O probleme malovodya v basseynax rek Sirdari i Amudari [About the problem of low water in the Syrdarya and Amudarya basins] // Materiali Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferensii. – Tashkent: GIDROINGEO, 2008. – PP. 15-20. (in Russian)

Oldekop E.M. Zavisimost pejima r.Chipchik ot meteopologicheskix faktorov [Dependence of Chirchik River regime from meteorological factors] // Tr. Meteorol. otdela gidrom. chasti v Tupkestanskom ksae. – 1918. – Vip. 89. – 83 p. (in Russian)

Turgunov D.M. Malovodye na gornix rekax Sredney Azii i obuslavlivayushie ix klimaticheskie usloviya [Low water in the mountain rivers of Central Asia and the climatic conditions that determine them]. Avtoref. diss. ... PhD. geogr. nauk. – Tashkent, 2019. – 46 p. (in Russian)

Hikmatov F.X., Turg'unov D.M. Tog' daryolarida kam suvli yillar, ularning me'yori va kam suvlilikning chuqurlashuvi masalalari [Low water years in mountain rivers, their norms and issues of increasing of low water] // O'zMU xabarlari. Tabiiy fanlar. – Tashkent, 2017. № 3/1.– PP. 330-335. (in Uzbek)

Tupg'unov D.M., Hikmatov F.H. O'zbekiston tog' daryolapida kuzatiladigan halokatli kam suvli yillar va ularni aniqlash [Detection of catastrophic low water years in mountain rivers of Uzbekistan and their determination] // O'z GJ axboroti. 55-jild. – Toshkent, 2019. – PP. 185-190. (in Uzbek)

Hikmatov F.H., Yunusov G'.X. Tog' daryolari oqimi miqdorini meteorologik omillarga bog'liq holda baholash masalalari [Problems of estimating the flow of mountain rivers in relation to meteorological factors] // O'zGJ axboroti. – Toshkent, 2017. 50-jild, – PP. 193-198. (in Uzbek)

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

Shuls V.L. Reki Spedney Azii [Rivers of Central Asia]. – L.: Gidpometeoizdat, 1965. – 695 p. (in Russian)

УДК: 551.578

USING REMOTE SENSING DATA TO STUDY THE SEASONAL DYNAMICS OF SNOWLINE IN THE PSKEM RIVER BASIN**A.J. MAMARAIMOV^{1*}, B.E. NISHONOV², A.A. GAFUROV²,
A.A. GAFUROV³, U.B. ADKHAMOV³**¹ Centre of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan, adkhamma@gmail.com² Hydrometeorological Research Institute (HMRI), bnishonov@mail.ru³ German Research Centre for Geosciences (GFZ)

Abstract. *Snowline data based on the traditional method are insufficient to represent large remote mountain areas with highly heterogeneous topography in Uzbekistan. Nowadays, it is possible to obtain spatially distributed snow cover data for high-altitudes using remote sensing methods. Thus, we used Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) snow cover data in this study to assess the seasonal variations of snowlines in the Pskem River Basin. The MODIS snow cover data was processed by the MODSNOW-Tool allowing, the preparation of daily spatially distributed snow cover maps for the Pskem River Basin from 2000 to 2018. The daily snow cover maps were used to assess daily snow elevation in the basin, which was used to study variation of snowline over the past 18 years. The dynamics of snowline trends were evaluated for each season over the study period, and the trends were tested by the Mann-Kendall trend test.*

The results of the analysis of trends in the dynamics of the monthly average snowline shows that a statistically significant period of positive trends was mainly in the spring season, as well in the first month of summer, and the negative trend was observed in the autumn season. This study shows that application of the remote sensing snow cover data in remote areas can lead to a better understanding of hydrological processes under data-limited conditions.

Keywords: *seasonal snowline, snow cover, MODSNOW, mountain river basin, DEM, remote sensing, Pskem River.*

Introduction. Currently, the Center of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan (Uzhydromet) mainly uses helicopter flight observation to obtain snowline data in mountain river basins. However, snow cover data based on traditional methods are not enough to represent high mountainous regions with heterogeneous topography (Gafurov et al., 2016). In this case, the development of remote sensing methods can be used to monitor spatially distributed snow cover for high mountain areas. The daily satellite snow cover data are freely available; daily snow products can be obtained by MODIS, Landsat, or Advanced Very High-Resolution Radiometer (AVHRR) (Gafurov et al., 2016). However, the seasonal dynamics of the snowline in the mountainous river basin using remote sensing data has not yet been thoroughly studied in Uzbekistan in the past. Such study requires a good satellite snow product for researching to determine the position of daily snowlines in the mountain river basins of Uzbekistan.

The seasonal variability of the snowline has been studied by several researchers in different parts of the world using remote sensing data. According to a study by Lei et al. (2012), the snowline of the minimum extent of snow cover using the multi-temporal MODIS reflectance data combined with higher spatial resolution DEM data in the Nianqingtanglha mountains of the Tibet Plateau in 2000- 2009 showed that each year the minimum snowline elevation of snow cover might be good determined using the advantage of multi-temporal MODIS data, when combined with higher spatial resolution DEM data. However, the minimum extent of snow cover

*Corresponding author: adkhamma@gmail.com, phone: +998 90 900-50-84

data and snow cover temporal frequency data are not generated in the MODIS data processing until nowadays. Another study by Rastner et al. (2019) presents the Automatic tool for snow mapping on glaciers, which derives the related snowline altitude for individual glaciers.

Data sources of this tool is based on DEM and multi-temporal Landsat satellite imagery. As the study areas were selected glaciers of the Ötztal Alps, and Abramov Glacier in the Pamir Alay in Kyrgyzstan for 1985–2016. The threshold to map snow on glaciers is automatically selected, and computes the snowline elevation based on the frequency distribution of altitude bins with more than 50% snow cover. The accuracy in snow cover mapping was around 90%, and the snowline elevation was determined successfully with 80% accuracy. However, Landsat data alone is too limited to accurately determine the maximum snowline elevations, especially in mountainous areas with frequent cloud cover. Krajčů et al. (2016) presented a method by finding an elevation from MODIS daily snow cover product for seasonally snow-covered areas. The sum of land pixels and snow-covered pixels are minimized to find a regional snowline elevation (RSLE) for each day in the upper part of the Vah mountain basin (Slovakia) in 2000–2013. For cloud-covered days, minimum snow thresholds were set in the assessment of RSLE, and the results showed an average accuracy of RSLE of 86% at climate stations. However, the minimum snow threshold has more effect on the accuracy than the cloud threshold. According to the above studies, the main disadvantage in indirectly using the daily MODIS snow product for environmental studies is cloudiness.

Many methodologies have been developed to reduce or totally remove cloud portion, when using the MODIS snow cover imagery. A method was developed by Parajka and Blöschl (2008) for 148 watersheds in Austria using original Terra and Aqua MODIS images, as well as MODIS snow cover products based on a combination of Terra and Aqua, and various spatial and temporal filters that reduce cloud coverage using information from neighboring cloud-covered pixels. A study by Xiaoqi et al. (2017) developed a method for removing clouds based on the daily snow product from MODIS for Central Asia and Xinjiang (China). It considers the distribution of regional snow characteristics with altitude and latitude dependence, respectively. Dietz et al. (2013) analyzed the daily snow-cover time series in Central Asia by reducing the cloud coverage. Another method was developed by Gafurov and Bárdossy (2009), which is can eliminate cloud coverage. Gafurov et al. (2016) also created the “MODSNOW-Tool” (module) that includes an 8-step cloud removal algorithm. The accuracy of the module in eliminate of cloud coverage was reported at 94 % in the Karadarya River Basin, Central Asia.

Aim of this research is to study the dynamics of seasonal snowlines in the Pskem mountain river basin (data limited region) using remote sensing (MODSNOW-Tool) data. In addition, to analyze the relationship between climate factors, and seasonal changes of snowline in the study area in 2000-2018.

Study area. The Central Asian semi-arid regions are highly dependent on water resources, which are supplied by the Tien-Shan and Pamir mountain rivers (Apel et al., 2018). Mountains of Uzbekistan begin in the Tien Shan, and Gissar-Alay mountain systems. The Pskem River Basin is located in the Western Tien-Shan mountain system, which was selected as a pilot area in this study. It is one of the largest mountain river basins in Uzbekistan (Fig. 1). The main tributaries of the Pskem River are Maydantal, and Oygaing Rivers, the length of a basin is about 70 km, water catchment area is 2540 km², and annual precipitation are about 600-800 mm. The Pskem basin is a tributary of the Chirchik River, which flows to the Syrdarya River.

The river runoff is formed mainly by snow, ice, and precipitation, average annual water discharge is 82.2 about m³/s. The climate of the Pskem River Basin is arid and semi-arid, it is characterized by relatively high amounts of precipitation, and lower average temperatures. In the second decade of November, initial snow cover appears in the foothill zone mainly. Formation of sustained snow cover usually takes place in December, and at higher altitudes, sustained snow

cover appears in early December or at the end of November. The dynamics of snow cover are determined by snowline changes in the basin.

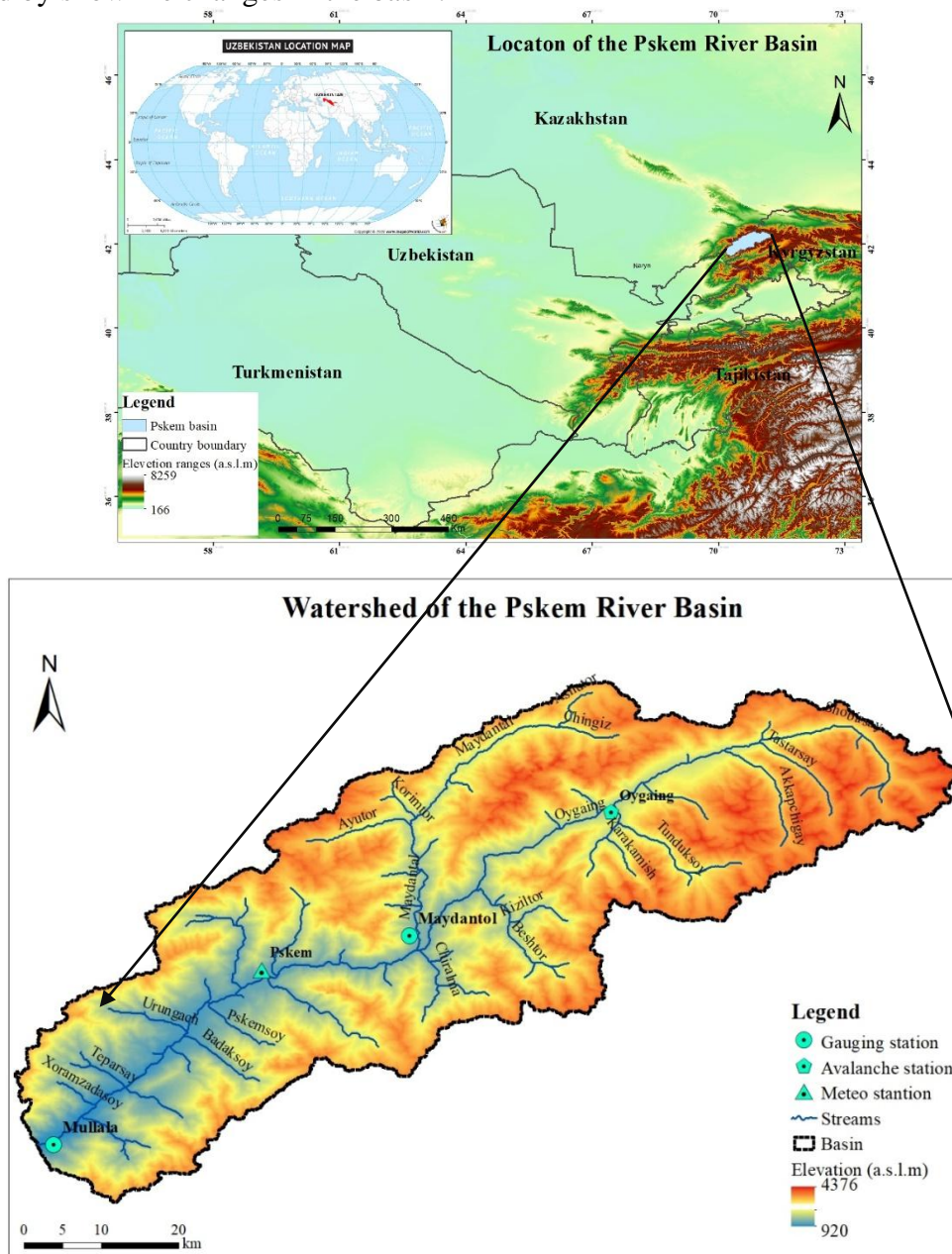


Fig. 1. Study area

Data and methodology

Data. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) is an essential data source in analyzing spatial changes with sufficient accuracy, decision-makers use to protect the environment in the Earth system (Menzel, 2006). With five instruments, the Terra satellite was launched on December 18, 1999. MODIS data derives many geophysical products, among others the global snow cover data. Terra and Aqua satellites are in orbit at an altitude of 705 km above the Earth and have near polar sun-synchronous circular orbits. On a daily or near-daily basis, the MODIS data focuses on studying of global vegetation, and land cover, global changes in the earth's surface, the properties of vegetation, surface albedo, surface temperature, ice and snow cover. The MODIS ice and snow data can be obtained from the National Snow and Ice Data Center (NSIDC) since September 13, 2000 (Hall, 2002). The "MODSNOW-Tool" uses the daily MODIS (MOD10A and MYD10A, version V005 and V006) binary snow cover data with 500 m

spatial resolution obtained from the National Snow and Ice Data Center (NSIDC). The tool uses an advanced cloud removal algorithm in eliminating daily cloud cover, and generated cloud-free snow cover maps.

Method. In this research, a daily snow cover product of MODIS was used as input data, which was processed by MODSNOW-Tool. The output of this tool is a daily cloud-free snow cover map of the river basin, and daily spatiotemporal snow statistics for a predefined basin. With this, spatially distributed snow cover maps were prepared for the Pskem River Basin from 2000 to 2018. The R statistical program was used to develop a new snowline estimator program for generating daily snowline of the river basin. Using this program, daily snowline elevation was estimated for 2000-2018 in the Pskem River Basin. The computation process of the daily snowline elevation consists of six stages, as presented in Fig. 2.

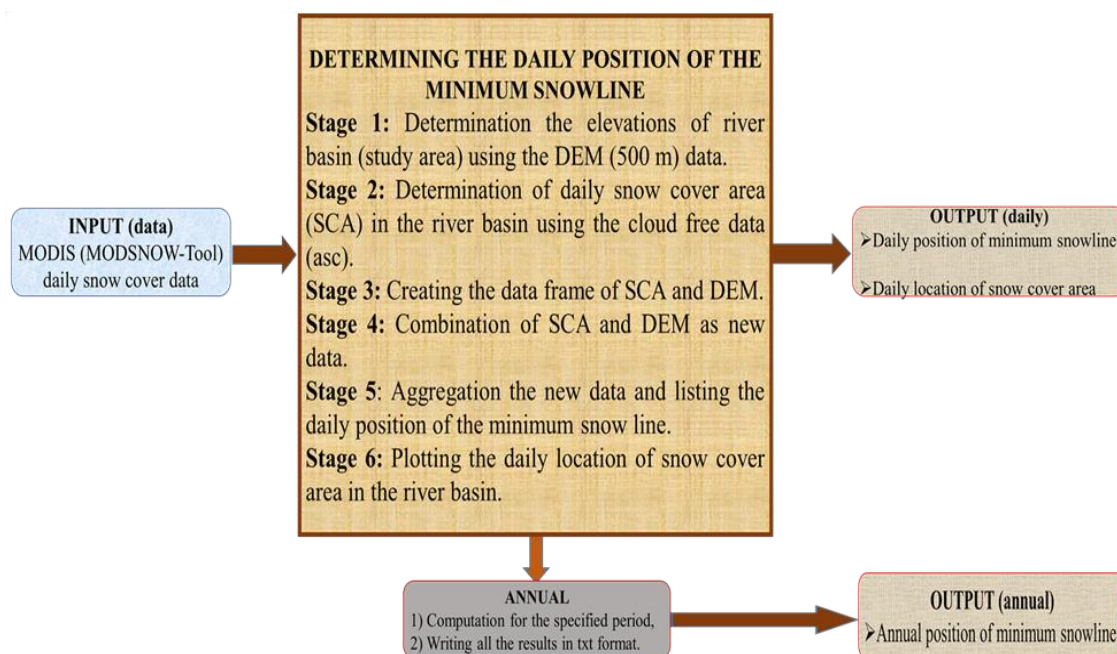


Fig. 2. Computation process of the snowline estimator

Each stage conducts the following tasks:

Stage 1: Determining the elevation range of the river basin using the DEM (500 m) data. (Fig. 3).

Stage 2: Determining daily snow cover area (SCA) in the river (Figure 3a) basin. The data was formatted in ASCII, and is ready to use for the determination of daily snow cover location in the study area.

Stage 3: Creating the data frame of snow cover area (SCA) and digital elevation model (DEM). This stage is divided into two computation processes for creating the data frame. In the first process, the geographic location of snow-covered pixels based on SCA and DEM data is determined (Fig. 4a). In the second computation process, the daily elevation (m) of the minimum snowline was determined (Fig. 4b).

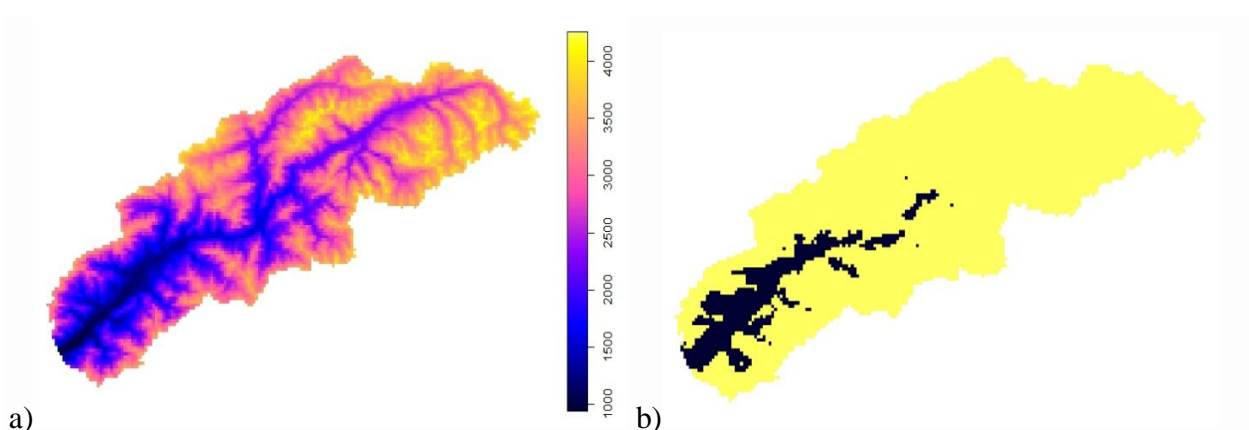


Fig. 3. DEM and SCA (Snow Cover Area) of the study area
 (a) Stage 1: DEM of the basin, (b) Stage 2 SCA in the basin
 (yellow area is snow and black area is land area in the study area)

Column orders	Snow	s1 (longitude)	s2 (latitude)	Column orders	Elevation (m)	s1 (longitude)	s2 (latitude)
113	8	70.83021	42.30168	113	3377	70.83021	42.30168
114	8	70.83610	42.30168	114	3553	70.83610	42.30168
115	8	70.84199	42.30168	115	3508	70.84199	42.30168
116	8	70.84789	42.30168	116	3494	70.84789	42.30168
117	8	70.85378	42.30168	117	3388	70.85378	42.30168
118	8	70.85967	42.30168	118	3376	70.85967	42.30168

Fig. 4. Computation process of the third stage

1st process (a) determining snow-covered pixels and their coordinates.
2nd process (b) determining the elevation of snow covered pixels and their coordinates.

Stage 4: Combination of SCA and DEM as a new data frame to obtain the minimum elevation of snow-covered pixels (Fig. 5a). This step was necessary to have a table of only snow-covered pixels for each date and their corresponding elevations.

Stage 5: Aggregation of elevation by snow cover data and listing the daily minimum snowline elevation. In this stage, the main task is to determine the minimum daily elevation of land and snow cover zones in the study area. The results are divided into two data groups for elevation zones. The first group is the daily elevation of the minimum land zone, and the second group is the daily position of the minimum snowline.

Stage 6: Plotting the daily location of snow cover area in the river basin and obtaining the final snowline elevation considering potential outliers (Fig. 6). In this figure, the location of the snow area in the study area is shown, the y axis is the elevation of snowline and the x axis is the index – the number of pixels in basin. In this last stage, the pixels with snow cover are plotted to visualize if there are outliers. This is possible if there is a shadowed pixel in the river basin that has a significantly lower elevation comparing to other pixels.

The estimation of snowlines might be biased due to such pixels and should be avoided during the assessment of the minimum snow-covered pixels.

Column orders	Snow cover area (SCA) [,1]	Elevation (m), DEM
[1.]	8	3377
[2.]	8	3553
[3.]	8	3508
[4.]	8	3494
[5.]	8	3388
[6.]	8	3376

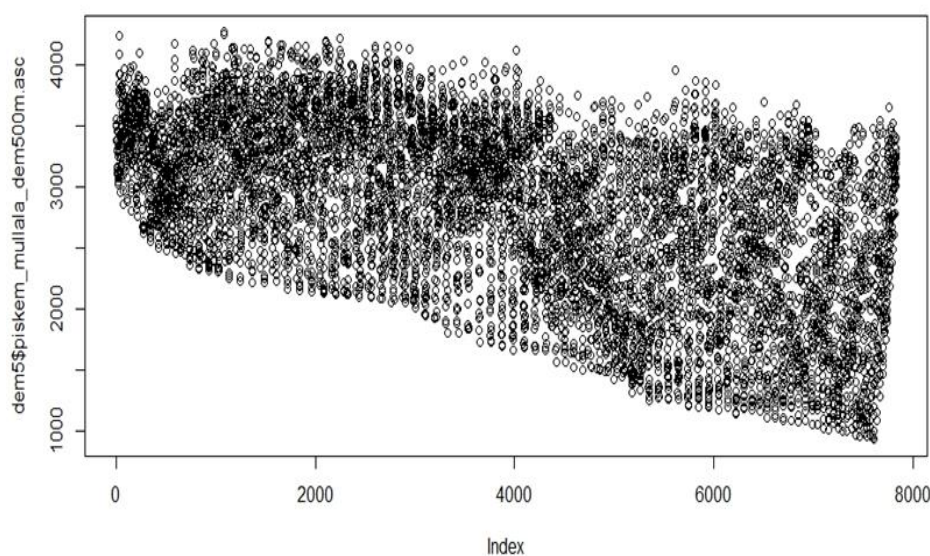
Group	Zone	Elevation (m)
1	2	936
2	8	1216

a)

b)

Fig. 5. Aggregation of elevation snow line

a) Combination of SCA and DEM, b) Aggregate of elevation by snow cover data and listing the daily position of the minimum snow-covered pixel (8), minimum land-covered pixel (2), and the corresponding altitude

**Fig. 6. The elevation of snow-covered pixels in the basin**

In order to ignore pixels with potential bias due to local factors (e.g., shadow), a number of lowest pixels were excluded in the determination of the snowline. This leads to a better assessment of the “true” snowline in the basin. The obtained daily results were averaged on a monthly scale, and the monthly average results were analyzed as trend dynamics for each season. The trend analysis was tested by the Mann-Kendall trend test. The 0.95 confidence level was chosen for trend analysis, and the threshold value for the significant trend is when p -value < 0.05 .

Results and discussion. The dynamics of the monthly average snowline indicate a varying of positive and negative trends in the winter season in 2000-2018. If the trend positive, this means a negative snowline evolution (less snow), if the trend is negative, snow cover increases can be concluded from this. According to the obtained monthly results, for the winter season in Fig. 7, it can be concluded that the average elevations of the minimum snowline gradually raised in December, and the trend moderately decreased in January and February. This means that snow decreased in the first month, and increased in the last two months of the winter season. However, only in January this trend was determined as statistically significant at the 95% confidence level.

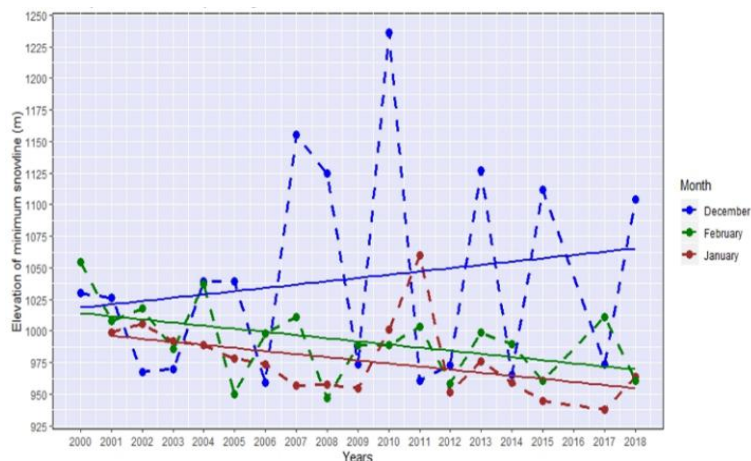


Fig. 7. The dynamics of monthly average minimum snowline in the Pskem River Basin in the winter season in 2000-2018

For the spring season, all months show negative trends (Fig. 8). It can be concluded that during the 2000-2018 period, the snow has been increased in three months that are statistically significant under 95% confidence level.

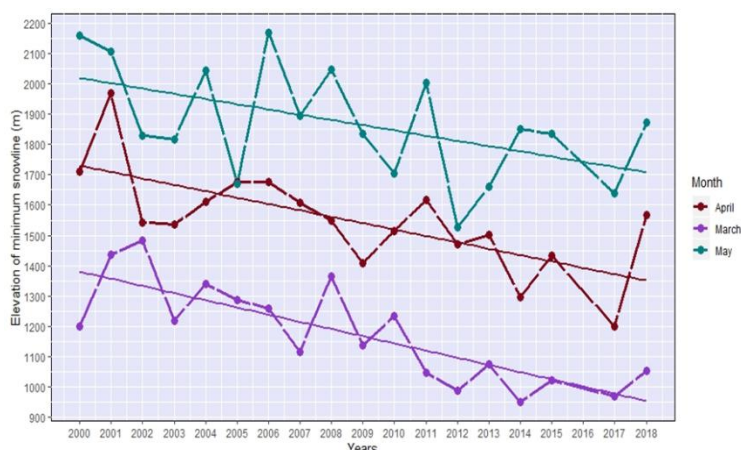


Fig. 8. The dynamics of monthly average minimum snowline in the Pskem River Basin in the spring season in 2000-2018

For the summer season, the results showed negative trends in all months, but only statistically significant as being in June. More snow in winter and spring means that more snow fraction at the beginning of the summer season. These snow fractions from winter and spring showed a negative snowline (more snow) trend in June. Fig. 9 also shows that the year 2017 was an extraordinary year with much more snow compared to other years. This year was in general, show rich year in Central Asia.

For the autumn season (Fig. 10), the results clearly showed that the majority variations were observed in September and October, and these months the trends had high fluctuations in average minimum snowline. The positive snowline trends were observed in dynamic of the minimum snowline for all months. These negative trends were statistically significant under 95% confidence level and showed that snow decreased during the 2000-2018 years.

The Fig. 11 shows average seasonal variations of the minimum snow elevation. It shows that positive significant trends were observed in the autumn season, and negative minimum snow elevation trend was observed in the spring season. The positive trend in autumn means that snow had been decreased in this season, and on the other hand the negative trend in minimum snow

elevation in spring means that snow had been increased in the Pskem River Basin in 2000-2018. Both trends show statistically significant change at the 95% significance level.

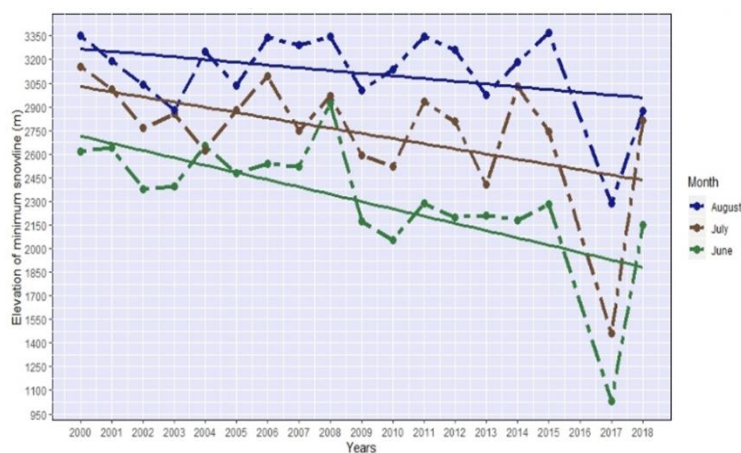


Fig. 9. The dynamics of monthly average minimum snowline in the Pskem River Basin in the spring season in 2000-2018

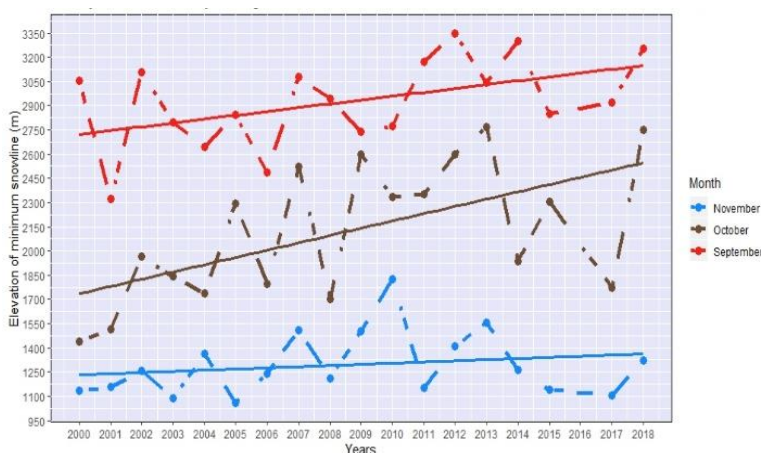


Fig. 10. The dynamics of monthly average minimum snowline in the Pskem River Basin in the autumn season in 2000-2018

Moreover, in order to determine the effects of air temperature, and precipitation on snowline elevation, monthly average values of the snowline and air temperature, as well as precipitation in the Pskem River Basin, were compared to understand dependencies (Fig. 12).

The Pearson correlation method was used to examine the variations of the snowline, and climatic factors in the Pskem River Basin for the study period. The results of the Pearson correlation are presented in Fig. 12. This analysis is based on a monthly timescale of temperature and snowline data. The Pearson correlation shows a strong positive relationship ($R=0.88$) between air temperature and snowline in the Pskem River Basin in 2000-2018.

However, the Pearson correlation presents a negative relationship ($R=-0.68$) between monthly total precipitation and average snowline in the Pskem River Basin during the study period.

The dynamics of the snowline elevation negatively correlated with precipitation, while the snowline positively correlated with air temperature. From these results, it is clear that increasing air temperature caused to shift up of seasonal snowline elevation and decrease of precipitation falling as snow in the study area.

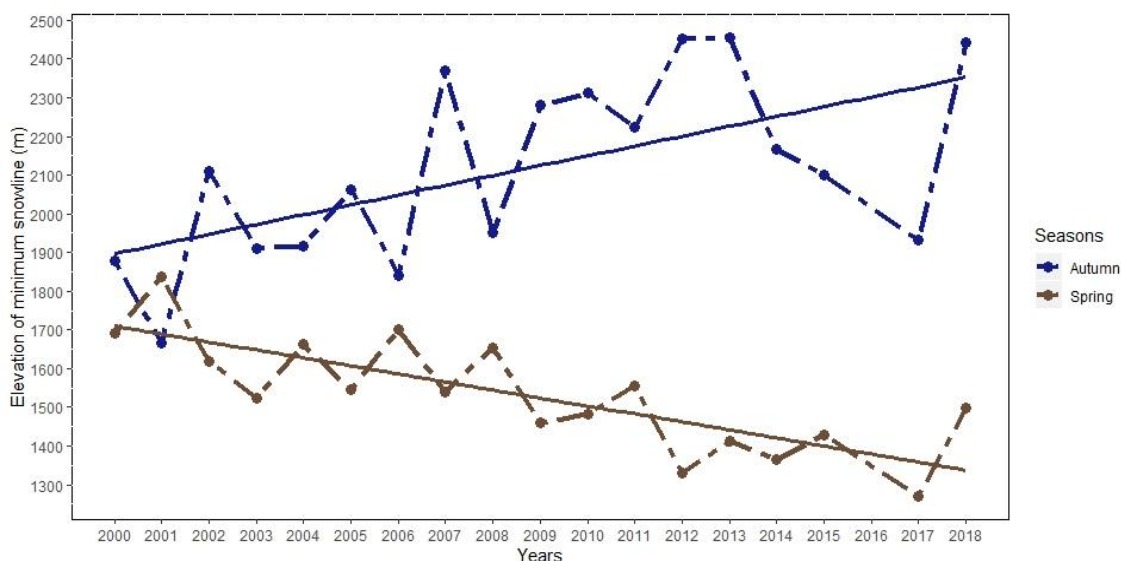


Fig. 11. The dynamics of seasonal snowline in the Pskem River Basin in the winter and autumn seasons in 2000-2018

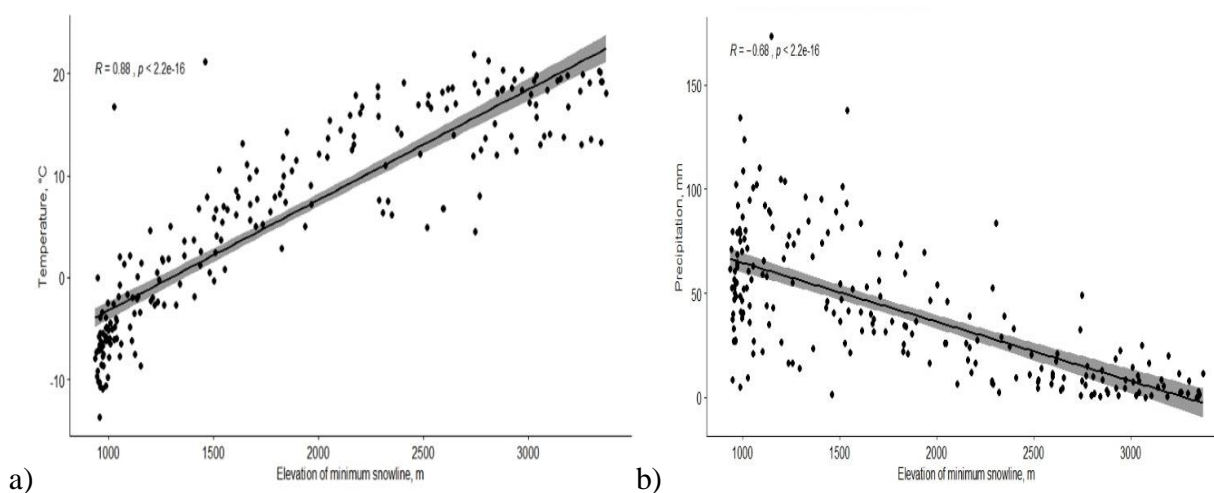


Fig. 12. Relationship between the monthly average minimum snowline with a) air temperature and b) total precipitation in the Pskem River Basin in 2000-2018

Conclusion. The aim of this research is to study the dynamics of seasonal snowlines in the mountain river basins (data limited regions) using remote sensing data. In order to study the relationship between climate factors and the dynamics of the seasonal snowline, correlation analyses were also conducted in the study area. The following practical implications could be achieved based on obtained results of this study.

In this study, MODIS snow cover data was processed by MODSNOW-Tool. The snowline estimator (R-Script – was developed) can be used to compute the snowline on a daily scale using remote sensing data in mountain river basins of Uzbekistan. The daily snowline data was generated over the period 2000-2018. Further, these data can be used as long-term data to study snow cover changes in Pskem River Basin. Also, this is precious information for the ablation and accumulation periods, where snow cover plays a vital role in the generation of water resources. These data can be used as additional (alternative) data in improving hydrological forecast accuracy in remote mountain river basins.

The main advantage of the seasonal snow cover information based on remote sensing data is to monitor remote mountain rivers. Using the remote sensing snow cover data, understanding the hydrological processes in remote areas can be achieved.

Overall, the analysis of the snowline time series showed positive and negative trends. Consequently, the negative snowline (=positive snow cover) trend was observed for the whole spring season, due to the memory effect of snow in mountain river basins. Increasing snow cover in spring can be explained by decreasing temperature in winter months, which leads to an increase in precipitation falling as snow. On the other hand, decreasing snow in autumn is attributed to an increase temperature, which leads to a decrease in precipitation falling as snow in autumn.

The dynamics of the snowline are greatly dependent on climate factors such as the variations of precipitation amount and air temperature in each season. The analysis of correlation results between snowline and air temperature shows that the variability of air temperature is the main climate factor in this study.

Author's contribution. **A.J.Mamaraimov** conducted the research in seasonal dynamics of snowline and drafted the manuscript. **B.E.Nishonov** advised to study of the dynamics of the snowline and participated in the design of the research. **A.A.Gafurov** (GFZ) participated in statistical analysis and application of research methodology. The preparation of snow data was carried out by **A.A.Gafurov** and **U.B.Adkhamov**. All authors read and approved the final manuscript.

REFERENCES

- Apel H., Abdykerimova Z., Agalhanova M., Baimaganbetov A., Gavrilenko N., Gerlitz L., Kalashnikova O., Unger-Shayesteh K., Vorogushyn S., Gafurov A.* 2018. Statistical forecast of seasonal discharge in Central Asia using observational records: developing of a generic linear modeling tool for operational water resource management // *Journal of Hydrology and Earth System Sciences*, 22. P. 2225. doi.org/10.5194/hess-22-2225-2018.
- Dietz A., Kuenzer C., Conrad Ch.* 2013. Snow-cover variability in central Asia between 2000 and 2011 derived from improved MODIS daily snow-cover products // *International Journal of Remote Sensing*, 34. P. 3879. doi.org/10.1080/01431161.2013.767480.
- Gafurov A., Ludtke S., Unger-Shayesteh K., Vorogushyn S., Schone T., Schmidt S., Kalashnikova O., Merz B.* 2016. MODSNOW-Tool: an operational tool for daily snow cover monitoring using MODIS data // *Environmental Earth Science*, 75. PP. 1-3. doi.10.1007/s12665-016-5869-x.
- Hall K., George A., Vincent V., Nicolo E., Klaus J.* 2002. MODIS snow-cover products // *Journal of Remote Sensing of Environment*, 83. P. 181.
- Liping L., Zeng Z., Zhang B.* 2012. Method for Detecting Snow Lines From MODIS Data and Assessment of Changes in the Nianqingtanglha Mountains of the Tibet Plateau // *Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5. P. 769. doi.10.1109/JSTARS.2012.2200654.
- Pavel K., Holko L., Parajka J.* 2016. Variability of snow line elevation, snow cover area, and depletion in the main Slovak basins in winters 2001–2014 // *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 64. PP. 12-13. doi: 10.1515/johh-2016-0011.
- Parajka J., Blöschl G.* 2008. The value of MODIS snow cover data in validating and calibrating conceptual hydrologic models // *Journal of Hydrology*, 358. P. 240. doi.10.1016/j.jhydrol.2008.06.006.
- Rastner Ph., Prinz R., Notarnicola C., Nicholson L., Sailer R., Schwaizer G., Paul F.* 2015. On the Automated Mapping of Snow Cover on Glaciers and Calculation of Snow Line Altitudes from Multi-Temporal Landsat Data // *Journal of Remote Sensing*, 11. PP. 1-4. doi: 10.3390/rs11121410.
- Yu X., Yu Q., Guo H., Chen L.* 2017. Cloud removing method for daily snow mapping over Central Asia and Xinjiang, China. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 57. P. 1. doi: 10.1088/1755-1315/57/1/012048.

**ПСКЕМ ДАРЁ ҲАВЗАСИДА МАВСУМИЙ ҚОР ЧИЗИГИНИНГ
ЎЗГАРИШЛАРИНИ МАСОФАДАН ЗОНДЛАШ МАЪЛУМОТЛАРИДАН
ФЙДАЛАНГАН ҲОЛДА ЎРГАНИШ**

**А.Ж. МАМАРАИМОВ¹, Б.Э. НИШОНОВ², А.А. ГАФУРОВ²,
А.А. ГАФУРОВ³, У.Б. АДХАМОВ³**

¹ Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази, adkhamma@gmail.com

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

³ Германия геофанлар тадқиқот маркази (GFZ)

Аннотация. Қор чизиги ҳақида анъанавий усуллар асосида олинган маълумотлар Ўзбекистоннинг ранг-баранг топографияли узоқ тоғ ҳудудларини тавсифлаш учун етарли эмас. Ҳозирги вақтда масофадан зондлаш усулларида фойдаланган ҳолда баланд тоғлардаги қор қоплами ҳақида фазовий маълумотларни олиш имконияти мавжуд. Ушбу тадқиқотда Пскем дарё ҳавзасида қор чизигининг мавсумий ўзгаришларини баҳолаш учун Ўрта аниқликдаги тасвир спектрорадиометр (MODIS)нинг кунлик қор қоплами маълумотларидан фойдаланилди. MODISдан олинган қор қоплами маълумотлари MODSNOW-Tool дастури ёрдамида қайта ишланди ва бу Пскем дарёси ҳавзасида 2000 йилдан 2018 йилгача қор қопламининг кунлик фазовий тақсимланган хариталарини тайёрлашга имкон берди. Қор қопламининг кунлик хариталаридан ҳавзада қор баландлигининг кунлик ўсишларини баҳолаш учун фойдаланилди ва у қор чизигининг сўнги 18 йилдаги ўзгаришларини ўрганиш учун қўлланилди. Қор чизиги ўзгаришларининг тенденциялари тадқиқот даврининг ҳар бир мавсуми учун баҳоланди ва тенденциялар Манн-Кендаль тести ёрдамида текширилди.

Ўртача ойлик қор чизиги ўзгаришлари тенденцияларининг таҳлил натижалари мусбат тенденцияларнинг статистик салмоқли даври баҳор мавсумига ва ёзнинг биринчи ойига тўғри келишини, манфий тенденциялар куз мавсумида кузатилишини кўрсатди. Ушбу тадқиқот бориси қийин бўлган ҳудудлардаги қор қопламини масофадан зондлаш маълумотларини қўллаш орқали маълумотлар етарли бўлмаган шароитда гидрологик жараёнларни яхшироқ тушунишга имкон беради.

Калит сўзлар: мавсумий қор чизиги, қор қоплами, MODSNOW, тоғ дарёси ҳавзаси, DEM, масофадан зондлаш, Пском дарёси.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СЕЗОННОЙ СНЕГОВОЙ ЛИНИИ В БАССЕЙНЕ
РЕКИ ПСКЕМ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

**А.Ж. МАМАРАИМОВ¹, Б.Э. НИШОНОВ², А.А. ГАФУРОВ²,
А.А. ГАФУРОВ³, У.Б. АДХАМОВ³**

¹ Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, adkhamma@gmail.com

² Научно-исследовательский гидрометеорологический институт (НИГМИ), bnishonov@mail.ru

³ Немецкий исследовательский центр по геонаукам (GFZ)

Аннотация. Данные о снеговой линии, основанные на традиционном методе, недостаточны для представления крупных отдаленных горных районов с сильно неоднородной топографией в Узбекистане. В настоящее время существует возможность получения пространственно-распределенных данных о снежном покрове на больших высотах с использованием методов дистанционного зондирования. В этом исследовании мы использовали данные Спектрорадиометра изображения с умеренным разрешением (MODIS) о снежном покрове для оценки сезонных изменений снеговой линии в бассейне реки Пскем. Данные MODIS о снежном покрове были обработаны программой MODSNOW-Tool, что позволило подготовить ежедневные пространственно-распределенные карты снежного покрова для бассейна реки Пскем

с 2000 года по 2018 год. Ежедневные карты снежного покрова использовались для оценки суточного прироста высоты снега в бассейне, которые применялись для изучения изменений снеговой линии в течение последних 18 лет. Динамика тенденций изменения снеговой линии оценивалась для каждого сезона в течение периода исследования, и тенденции были проверены тестом тренда Манна-Кендалля.

Результаты анализа тенденций динамики среднемесячной снежной линии показывает, что статистически значимый период положительных тенденций был преимущественно в весенний сезон, а также в первый месяц лета, а негативная тенденция наблюдалась в осенний сезон. Это исследование показывает, что применение данных дистанционного зондирования снежного покрова в отдаленных районах позволяет лучше понимать гидрологические процессы в условиях ограниченных данных.

Ключевые слова: сезонная снеговая линия, снежный покров, MODSNOW, бассейн горной реки, DEM, дистанционное зондирование, река Пскем.

УДК:556.332.2

ЁМҒИР СУВЛАРИДАН ҲОСИЛ БЎЛГАН МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ (ПАРКЕНТСОЙ ҲАВЗАСИ МИСОЛИДА)

А.Я. ИСАКОВА¹, Ф.Ҳ. ҲИКМАТОВ^{1*}

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

Аннотация. Мақола ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган эҳтимолий максимал сув сарфларини ҳисоблаш масалаларини Паркентсой ҳавзаси мисолида кўриб чиқишга бағишланган. Шу мақсадда Паркентсойнинг Сумча гидрология постига кузатишган сув сарфлари ҳамда қўшни Сўқоқсой ҳавзасида жойлашган Сўқоқ метеорология станциясида қайд этилган атмосфера ёгинлари маълумотларидан фойдаланилган. Ушбу гидрометеорологик маълумотлар асосида Паркентсой ҳавзасида ёмғир сувларидан ҳосил бўлган максимал сув сарфлари аниқланган. Ҳисоблашлар А.В.Огиевский таклиф этган, сўнг Г.А.Алексеев томонидан такомиллаштирилган ифода асосида амалга оширилган. Натижалар Паркентсойда амалда кузатишган максимал сув сарфи билан солиштирилган ва уларнинг ўзаро яқинлиги кўрсатиб берилган.

Калит сўзлар: дарё, дарё ҳавзаси, атмосфера ёгинлари, жала ёмғирлар, ёгин миқдори, максимал сув сарфлари, сел тошиқинлари, ҳисоблаш, солиштириш.

Кириш. Мамлакатимиз мустақиллиги шарофати билан республикаимизда иктисодиёт тармоқлари жадал суратларда ривожланмоқда. Айни пайтда аҳоли сони ҳам ўсиб бормоқда. Ана шу жараёнлар билан боғлиқ ҳолда, илгари инсон кам яшайдиган тоғли ва тоғолди ҳудудларида рекреация зоналари ва, ҳатто, янги аҳоли масканлари барпо этилмоқда. Шу ва бошқа қатор масалалар тоғли ерларни ўзлаштиришда катта қийинчиликлар туғдирувчи сел оқимлари тўғрисида янада тўлиқроқ ва аниқроқ маълумотларга эга бўлишни талаб қилади. Шунингдек, тоғли ҳудудларда турли йўналишлардаги қурилиш ишларини лойиҳалаштиришда дарёлар ҳавзасида турли омиллар таъсирида ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари ва селлардан ҳимояланиш йўлларини аниқлаш, улар хавфининг олдини олиш ва прогнозлаш ҳозирги кунда **долзарб** масала бўлиб қолмоқда.

Сел тошиқинлари деганда, дарё ҳавзасига ёққан жала ёмғирлар ёки музликлар ва мавсумий қор қопламанинг жадал эриши каби бошқа омиллар таъсири натижасида

* Масъул муаллиф: hikmatov_f@mail.ru, тел.: +998 93514-06-52

дарёдаги сув сатҳи ва сарфининг жуда тез суръатларда ортиши тушунилади. Сел тошқини ўзининг қисқа муддатлилиги, оқим ҳажмининг нисбатан катталиги ҳамда қулай гидрометеорологик шароитларда, айти бир дарё ёки сойда сув режими фазаларининг тошқин ёки тўлинсув даврларида кузатилиши билан тавсифланади. Юқорида қайд этилганидек ҳамда Г.Н.Трофимов ва бошқаларнинг [Трофимов ва бошқ., 2009] таъкидлашларича тоғли ҳудудлардаги дарёларда, жумладан, Ўзбекистон дарёлари ва сойларида ҳаво ҳароратининг кескин кўтарилиши натижасида қор ёки музликларнинг жадал эриши ҳисобига ҳам ҳалокатли сел тошқинлари кузатилади.

Ер юзидаги дарёларнинг учдан икки қисмида максимал сув сарфлари ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлади [Виноградов, 1980]. Шунинг учун ҳам гидрологияда ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўладиган максимал сув сарфларини, яъни ёмғир тошқинларини ҳисоблаш усулларини такомиллаштиришга катта эътибор қаратилган. Жумладан, турли йилларда А.В.Огиевский [Огиевский, 1936], Н.Ф.Бефани [Бефани, 1965], М.А.Великанов [Великанов, 1964], Г.А.Алексеев [Алексеев, 1954], Ю.Б.Виноградов [Виноградов, 1967] ва бошқа олимлар томонидан ёмғир сувлари ҳисобига оқим ҳосил бўлиши жараёни турли табиий географик зоналарда жойлашган дарёлар мисолида ўрганилган.

Маълумки, Ўзбекистон ва унга туташ бўлган тоғли ҳудудларда ёмғир сувларидан ҳосил бўлган тошқинлари тез-тез такрорланиб туради. Улар жуда қисқа муддат ичида рўй бериши билан бошқа табиий офатлардан ажралиб туради. Шу туфайли Ўрта Осиё тоғ дарёлари мисолида ёмғир тошқинларини ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш масалалари Ю.Б.Виноградов [Виноградов, 1967], П.М.Карпов ва В.П.Пушкаренко [Карпов, Пушкаренко, 1976], О.П.Щеглова ва Ф.Ҳикматов [Щеглова, Ҳикматов, 1979], Ю.М.Денисов [Денисов, 1986], В.Е.Чуб ва Г.Н.Трофимов [Чуб, Трофимов 2007], А.Ф.Шоҳидов [Шоҳидов, 1995, 2017], С.Х.Туляганов [Туляганов, 1979], А.Х.Туляганов [Туляганов, 1991, 2013, 2016], Б.Д.Салимова [Салимова, 2011] каби олимларнинг эътиборидан четда қолмаган. Бироқ, ушбу масала Ўзбекистоннинг кичик дарёлари ва сойлари мисолида алоҳида кўриб чиқилмаган.

Ишнинг мақсади ва вазифалари. Ушбу тадқиқот ишининг **асосий мақсади** тоғ дарёлари ҳавзасида ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган эҳтимолий максимал сув сарфларини мавжуд эмпирик ифодалар ёрдамида Паркентсой мисолида ҳисоблашга қаратилган.

Ишда белгиланган мақсадни амалга оширишда Паркентсойнинг Сумча гидрологик постида 1988-2017 йилларда кузатилган сув сарфлари ва қўшни Сўқоқсойҳавзасида жойлашган Сўқоқ метеорология станциясида қайд этилган атмосфера ёғинлари ҳақидаги стандарт маълумотлардан фойдаландик.

Тадқиқот объекти ва предмети. Ишда тадқиқот объекти сифатида Паркентсой танлаб олинди. Ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган эҳтимолий максимал сув сарфларини аниқлаш тадқиқотнинг предмети ҳисобланади.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Ишни бажариш жараёнида, Ўзгидромет тасарруфидаги Паркентсойнинг Сумча гидрология постида кузатилган сув сарфлари ҳамда Сўқоқ метеорология станциясида қайд этилган атмосфера ёғинлари маълумотларидан фойдаланилди.

Тадқиқотда замонавий гидрологик ҳисоблашлар, математик статистик усуллар, географик умумлаштириш ва таққослаш усулларидан фойдаланилди.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.

Ёмғир тошқинларининг ҳосил бўлиш жараёни қуйидаги омиллар билан чамбарчас боғлиқдир: 1) ёмғирнинг ёғиш жадаллиги, давом этиш вақти ва умумий миқдори; 2) дарё ҳавзасининг рельефи, экспозицияси; 3) дарё ўзани ва ҳавзасининг нишаблиги; 4) дарё ҳавзасидаги тупроқ-грунтларнинг сув шимиш хусусиятлари; 5) дарё ҳавзасида ер ости сувларининг жойлашиш чуқурлиги ва бошқалар.

Кузатиш маълумотлари ва уларнинг таҳлилига кўра, Паркентсойда ёмғир сувлари ҳисобига шаклландиган максимал сув сарфлари апрель, май ойларида кузатилади. Мазкур ишда Паркентсойда 1994 йили 7 май куни жала ёмғир ёғиши натижасида ҳосил бўлган максимал сув сарфларини ҳисоблашга ҳаракат қилинди. Бу билан тадқиқот жараёнида бажарилган ҳисоблашларда олган натижаларни “Гидрологик йилнома” маълумотномасида Паркентсойнинг Сумча гидрология постида кузатилган максимал сув сарфлари билан солиштириш имконияти яратилган (1-жадвал).

1-жадвал

Паркентсойда оқиб ўтган сел ҳақида асосий маълумотлар

Таблица 1

Основные сведения о прошедшем селевом паводке на реке Паркентсай

Table 1

Main information on historical mudflow in Partkentsay River

Дарё-пост	Кузатилган сана	Ҳосил бўлиш сабаби	Максимал сув сарфи, м ³ /с
Паркентсой–Сумча қиш.	7.05.1994	Жала ёмғир ёғиши	102

Паркентсойда сув сарфининг кўтарилиши, яъни тўлинсув даври март ойининг охиридан бошланади ва сув режимининг ушбу фазаси апрель, май ойларигача давом этади. Чунки, бу даврда дарё ҳавзасидаги мавсумий қор қоплами жадал эрий бошлайди. Мана шу даврда ҳавзада жала ёмғирларнинг тез-тез бўлиши Паркентсойни аралаш сувлар ҳисобига тўйинишини таъминлайди, аниқроғи, жала ёмғирлар сойда сув сарфини кескин ортиб кетишига сабаб бўлади. Натижада сел тошқинлари хавфли вазиятларни келтириб чиқаради. Мана шу ҳолат, юқорида айтганимиздек, 1994 йили 7 май куни жала ёмғир ёғиши натижасида Паркентсойда, Паркент қишлоғи яқинида, 150 м³/с сарфли сел оқими бўлишига олиб келган, Сумча гидростотида эса унинг миқдори 102 м³/с га тенг бўлган.

Ихтиёримизда мавжуд бўлган гидрометеорологик маълумотлар мазкур сел тошқини вақтидаги максимал сув сарфини ҳисоблаш имконини берди. Шу куни Паркентсойда ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган тошқин давридаги максимал сув сарфи (Q_{\max} , м³/с) ни, Р.Т.Пирназаров ва Ф.Ҳ.Ҳикматовлар [Пирназаров, Ҳикматов, 2013] тавсия этганларидек, қуйидаги ифода билан аниқладик:

$$Q_{\max} = Q_6 + Q_э, \quad (1)$$

бу ерда: Q_6 – тошқин бошлангунга қадар Паркентсойда мавжуд бўлган сув сарфи (базавий сув сарфи); $Q_э$ – Паркентсой ҳавзасида фақат ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган сув сарфи.

Паркентсойда ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган эҳтимолий максимал сув сарфини ҳисоблашда Сўқоқ метеорология станциясида кузатилган кунлик ёғин миқдори (7 май, 53,6 мм) қийматларига асосландик. Дарё ҳавзасида ёмғир сувларидан шаклланиши мумкин бўлган эҳтимолий максимал сув сарфи ($Q_э$)ни ҳисоблашнинг А.В.Огиевский [Огиевский, 1936] таклиф этган ва кейинчалик Г.А.Алексеев [Алексеев, 1954] такомиллаштирган ифодаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Q_э = \frac{k \cdot \eta \cdot F \cdot Y}{T}, \quad (2)$$

бу ерда: k – ўлчам бирлиги коэффициенти, η – оқим коэффициенти, F – ҳавза майдони (км²), Y_{\max} – мумкин бўлган 100%ли максимал юза оқим (мм), унинг қиймати 7 майдаги

кунлик максимал ёғин миқдори (53,6 мм) тенг деб олинди; T – ёмғир ҳисобига ҳосил бўлган тошқиннинг секундларда ифодаланган давомийлиги.

Юқорида келтирилган ифодадаги ўлчам бирлик коэффиценти (k) нинг қиймати куйидагича аниқланди:

$$k = \frac{\text{км}^2 \cdot \text{мм}}{\text{с}} = \frac{10^5 \cdot \text{м}^3}{\text{с}}, \quad (3)$$

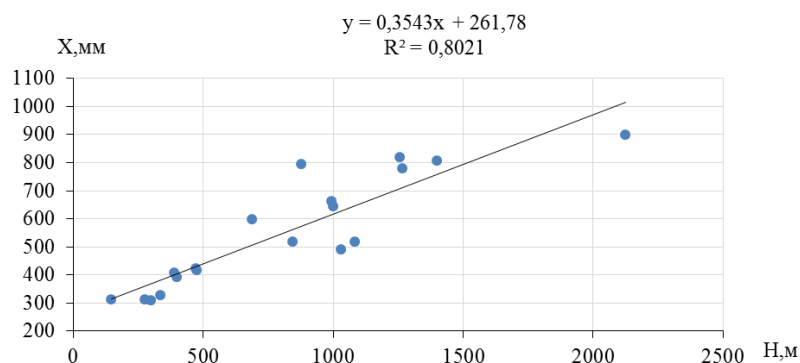
Паркентсой ҳавзасининг оқим коэффиценти “ η ” куйидаги ифода билан аниқланди:

$$\eta = \frac{Y}{X}, \quad (4)$$

бу ерда: Y – Паркентсой оқимининг ўртача кўп йиллик қатлами бўлиб (1988-2017 йй.), стандарт гидрологик кузатишлар маълумотлари асосида унинг қиймати 612 мм тенг эканлиги аниқланди; X – ҳавзага ёғадиган атмосфера ёғинларининг ўртача қатлами бўлиб, унинг қиймати И.А.Ильин [Ильин, 1959] маълумотлари асосида, Ю.М.Денисов [Денисов, 1965, 2010] тадқиқотлари натижаларини ҳисобга олган ҳолда, 960 мм ни ташкил этиши аниқланди.

Куйида шу масала устида батафсилроқ тўхталиб ўтамиз. Демак, Паркентсой ҳавзасида ёғадиган ёғинларнинг ўртача кўп йиллик қатлами (960 мм) куйидаги тартибда аниқланди. Таниқли гидролог олим Ю.М.Денисов [Денисов, 2006] тадқиқотларида қайд этилганидек, дарё ҳавзасида атмосфера ёғинлари миқдорининг баландлик бўйича тақсимланиши чизиқли боғланиш қонуниятига бўйсунганида, ёғин қатламининг қиймати, ҳавзанинг ўртача баландлигида ёққан атмосфера ёғинлари миқдorigа тенг бўлади.

Ҳавзага ёққан атмосфера ёғинлари қатлами (X) ни аниқлаш мақсадида Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасида мавжуд бўлган 19 та метеорология станциялари маълумотларидан фойдаландик. Уларда кузатилган ёғинлар миқдори билан метеостанциялар жойлашган баландликлар орасидаги боғланишни ифодаловчи гиетографик эгри чизиги чизилди (1-расм).



1-расм. Дарёлар ҳавзаларида йиллик атмосфера ёғинларининг баландлик бўйича ўзгариши

Рис. 1. Изменение годовой суммы атмосферных осадков по высотным зонам в бассейнах рек

Fig. 1. Changing of annual atmospheric precipitation in the river basins by altitude zones

Ушбу гиетографик эгри чизиқ ўрганилаётган Паркентсой ҳавзасида йиллик атмосфера ёғинларининг баландлик бўйича ўзгаришини баҳолаш имконини берди. Ушбу,

яъни 960 мм қатламини аниқлашда Паркентсой ҳавзаси ўртача баландлигининг $H_{\text{урт}}=1980$ м га тенг эканлиги назарда тутилди.

Демак, юқорида қайд этилганларни ҳисобга олсак, Паркентсой ҳавзасининг ўртача кўп йиллик оқим коэффиценти $\eta = \frac{y}{x} = \frac{612}{960} = 0,64$ га тенг эканлиги аниқ бўлади.

Юқорида келтирилган (2) ифодадаги ёмғир ҳисобига ҳосил бўлган тошқиннинг секундларда ифодаланган давомийлиги (T) куйидаги ифода билан аниқланди:

$$T = T_{\varepsilon} + \tau, \quad (5)$$

бу ерда: T_{ε} – ёмғирнинг давом этиш вақти, секундларда; τ – ҳавзада ёмғир сувлари ҳисобига шаклланган юза оқимнинг ҳисоб гидрологик створига етиб келиш вақти, секундларда.

Биз юқорида айтиб ўтган, яъни 1994 йили 7 майдаги кунлик ёғин миқдори 56,3 мм га тенг бўлган. Сўқоқ метеорология станцияси маълумотларига таянадиган бўлсак, ёмғир шу куни соат 07²⁰ да бошланиб, орада узилишлар билан соат 15⁰⁰ гача давом этган. Демак, ёмғирнинг давомийлиги 6 соат 50 минутни ташкил этган (2-жадвал).

Паркентсой ҳавзасида ёмғир сувларидан ҳосил бўлган юза оқимнинг ҳисоб гидрологик створига етиб келиш вақти (τ) куйидаги ифода билан аниқланди:

$$\tau = \frac{L}{g}, \quad (6)$$

бу ерда: L – Паркентсойнинг узунлиги, 25 км; g – дарё ўзанида сувнинг ўртача оқиш тезлиги бўлиб, унинг қиймати сойда шу кунда ўлчанган ўртача тезлик сифатида, 4,54 м/с га тенг деб олинди (КГМ-1).

2-жадвал

Сўқоқ метеорология станциясида 1994 йил 7 майда кузатилган ёмғирнинг давом этиш вақтини аниқлаш

Таблица 2

Определение времени и длительности выпадения атмосферных осадков на метеостанции Сукок, наблюдаемых 7 мая 1994 года

Table 2

Determining time and duration of atmospheric precipitation at the Sukok meteorological station observed on May 7, 1994

Ёғин тури	Бошланиш вақти	Тугаш вақти	Давом этиш вақти
Дўл	07:20	07:40	20 мин
Жала ёмғир	08:30	08:40	10 мин
Жала ёмғир	08:40	09:00	20 мин
Жала ёмғир	09:00	09:35	35 мин
Жала ёмғир	09:35	10:25	50 мин
Жала ёмғир	10:25	12:40	135 мин
Жала ёмғир	12:40	13:20	40 мин
Жала ёмғир	13:20	14:00	40 мин
Жала ёмғир	14:00	15:00	60 мин
Жами			6 соат 50 мин

Демак, юқоридаги рақамларни ҳисобга оладиган бўлсак, Паркентсой ҳавзасида ёмғир ҳисобига шаклланган оқимнинг ҳисоб гидрологик створига етиб келиш вақти

$\tau=1$ соат 32 минутга тенг бўлади. Юқорида келтирилган (6) ифодага асосан, Паркентсой ҳавзасида ёмғирдан ҳосил бўлган тошқиннинг секундларда ифодаланган давомийлиги $T = 6$ соат 50 мин + 1 соат 32 мин = 8 соат 22 мин = 30107 секунд.

Юқорида келтирилган, (3) - (6) ифодаларнинг аниқланган қийматларини (2) ифодага қўйиб, Паркентсойда ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган тошқин давридаги сув сарфининг энг катта қийматини аниқлаймиз:

$$Q_{\varepsilon} = \frac{k \cdot \eta \cdot F \cdot Y}{T} = \frac{10^3 \cdot 0,64 \cdot 80 \cdot 53,6}{30107} = 91,15 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Ушбу рақам Паркентсойда 1994 йил 7 майда кузатилган кунлик энг катта қийматдаги ёмғир қатламидан ҳосил бўлган тошқин давридаги максимал сув сарфини ифодалайди. Лекин, бу даврда дарё ўзанида унинг ҳавзасидаги қор қопламанинг эриши ҳамда ер ости сувларидан ҳосил бўлган маълум миқдорда сув оқади. Биз уни май ойидаги базавий оқим (Q_6) деб атадик. Унинг ўртача йиллик қиймати, яъни базавий оқим миқдорининг $Q_6=1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ га тенг эканлиги стандарт гидрологик маълумотлар асосида аниқланди. Шу рақамни инobatга оладиган бўлсак, юқоридаги (1) ифода билан Паркентсойда ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган тошқин давридаги максимал сув сарфи (Q_{\max}) ни аниқлаймиз.

$$Q_{\max} = Q_6 + Q_{\varepsilon} = 1,2 + 91,15 = 92,35 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Максимал сув сарфининг ушбу ҳисобланган миқдори “Гидрологик йилнома” маълумотлари билан солиштирилди. Унда келтирилишича, 1994 йил 7 май куни Паркентсойнинг Сумча гидрологик створида кузатилган максимал сув сарфи $102 \text{ м}^3/\text{с}$ тенг бўлган. Демак, улар орасидаги фарқ $9,65 \text{ м}^3/\text{с}$ ни ташкил этади ёки максимал сув сарфининг ҳисобланган ва амалда кузатилган миқдорлари орасидаги фарқ $9,5\%$ га тенг. Гап сел тошқинлари устида кетар экан, ушбу фарқларнинг абсолют ва нисбий қийматларини ижобий ҳолат сифатида қабул қилиш мумкин.

Хулоса. Тадқиқот давомида олинган натижалар ва уларнинг таҳлилига асосланиб, қуйидаги хулосаларни қайд этиш мумкин.

1. Паркентсой ҳавзасида 1994 йил 7 май куни бўлиб ўтган, ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган сел тошқинида эҳтимолий максимал сув сарфи А.В.Огиевский таклиф этган, сўнг Г.А.Алексеев томонидан такомиллаштирилган ифода ёрдамида ҳисобланди.

2. Ушбу ифода ташкил этувчиларининг миқдорий қийматлари қуйидаги кетма-кетликда аниқланди:

1) Паркентсой оқимининг ўртача кўп йиллик қиймати $Y=612$ мм стандарт гидрологик кузатишлар маълумотлари асосида аниқланди.

2) ҳавзага ёғадиган ёғинларнинг ўртача кўп йиллик қатламини ($X=960$ мм) аниқлашда гиетографик чизикдан фойдаландик;

3) оқим коэффиценти ($\eta=0,64$) юқоридаги катталикларнинг нисбати сифатида аниқланди;

4) мумкин бўлган 100% ли максимал оқим (Y) нинг қиймати 7 майдаги кунлик максимал ёғин миқдори ($53,6$ мм) га тенг деб олинди;

5) ёмғир ҳисобига ҳосил бўлган тошқиннинг секундларда ифодаланган давомийлиги 30107 секундни ташкил этди;

6) Паркентсойда фақат ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган тошқин давридаги сув сарфининг энг катта қиймати $Q_{\varepsilon} = 91,15 \text{ м}^3/\text{с}$ га тенг бўлди;

7) Паркентсойда май ойидаги базавий сув сарфининг $Q_6=1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ га тенг эканлиги Сумча гидрология пости маълумотлари асосида аниқланди.

3. Паркентсойда ёмғир сувлари ҳисобига ҳосил бўлган сел тошқини давридаги максимал сув сарфи $Q_{\max} = 92,35 \text{ м}^3/\text{с}$ га тенг бўлиб, амалда кузатилган сел оқими сарфидан абсолют миқдор бўйича $9,65 \text{ м}^3/\text{с}$ га, нисбий қийматларда 9,5 %га фарқ қилди. Ушбу фарқлар ёмғир сувларидан ҳосил бўлган максимал сув сарфларини Паркентсой мисолида амалга оширилган ҳисоблашларнинг ижобий натижасидан дарак беради ҳамда мазкур усулни гидрологик ҳисоблашлар амалиётида қўллаш тавсия этилади.

Миннатдорчилик. Муаллифлар ушбу илмий мақолани тайёрлаш жараёнида ўз ёрдами ва илмий маслаҳатларини аямаган ГМИТИ олимларига ҳамда бошқа ҳамкасбларига ўзларининг чуқур миннадорчиликларини изҳор этадилар.

Муаллифлар ҳиссаси. А.Я.Исакова: Мақола ғоясини қўллаш, объектни танлаш, маълумотларни йиғиш, қайта ишлаш, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Ф.Х.Ҳикматов:** Мақола ғояси, методология, натижалар таҳлили, натижаларни текшириш, раҳбарлик. Барча муаллифлар қўлэзманинг нашр этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розиликларини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

Алексеев Г.А. Генетико-статистический метод определения вероятных максимальных расходов воды // Тр. ГГИ. – Вып.43(97). – Л.: Гидрометеоиздат, 1954. – С. 5-21.

Виноградов Ю.Б. Вопросы гидрологии дождевых паводков на малых водосборах Средней Азии и Южного Казахстана // Тр. КазНИГМИ. 1967. – Вып.28. – С. 41-45.

Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 143 с.

Денисов Ю.М. О расчете максимальных расходов воды дождевых паводков // Тр. САРНИГМИ. – Тошкент, 2006. – 264 с.

Исмагилов Х.А. Селевые потоки, русловые процессы, противоселевые и противопаводковые мероприятия в Средней Азии // Труды САНИИРИИ. – Ташкент, 2006. – 264 с.

Карпов П.М., Пушкаренко В.П., Умаров А.Ю., Ходжаев Ш.К. Селевые явления в Узбекистане. – Тошкент: “Фан”, 1976. – 134 с.

Огиевский А.В. Гидрология суши. – М.-Л.: Изд-во Главная редакция энергетической литературы, 1936. – 512 с.

Салимова Б.Д. Метод расчёта максимальных расходов дождевых вод с малых водосборов (на примере рек Средней Азии) // Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Ташкент, 1984. – 18 с.

Пирназаров Р.Т., Ҳикматов Ф.Х. Тўғонли қўлларнинг гидрометеорологик режими ва улар хавфини камайтириш масалалари. – Тошкент: Фан ва технология, 2013. – 175 б.

Расулов А.Р., Ҳикматов Ф. Х., Айтбаев Д.П. Гидрология асослари. – Тошкент: Университет, 2003. – 327 б.

Трофимов Г.Н., Исакова А.Я., Пирназаров Р.Т. Сел тошқинларини ўрганиш. Услубий қўлланма. - Ташкент: Университет, 2009. - 43 б.

Туляганов А.Х., Салимова Б.Д. Автомобиль йўлларидаги сув ўтказувчи иншоотларни лойиҳалашда сув ва сел тошқинларининг тавсифларини ҳисоблаш. – Тошкент: “Иқтисод-молия”, 2016. – 155 б.

Флейшман С.М. Сели. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 312 с.

Ҳикматов Ф.Х. Водная эрозия и сток взвешенных наносов горных рек Средней Азии. – Ташкент: Изд-во “Фан ва технология”, 2011. – 250 с.

Ҳикматов Ф.Х., Айтбаев Д.П. Характеристика фоновых условий селепроявлений // Вопросы модификации погоды. Тр. научно-практического семинара “Состояние и перспективы работ по воздействию в Республике Узбекистан”. – Ташкент: САНИГМИ, 2001. – С. 98-107.

Шахидов А.Ф., Салимова Б.Д., Денисов Ю.М. Руководство по расчету максимальных расходов дождевых вод. МКН 27-2007 // Ведомственные нормы и правила. – Ташкент, 2008. – 6 с.

Щеглова О.П., Ҳикматов Ф. Опыт использования гидрометеорологических материалов для характеристики фоновых условий селепроявления (на примере ЮЗ склона Ферганского хребта). – Сб. науч. трудов ТашГУ. 1979. № 591. – С. 59-70.

Чуб В.Е., Трофимов Г.Н., Меркушкин А.С. Селевые потоки Узбекистана. – Ташкент: Изд-во НИГМИ, 2007. – 109 с.

РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ, СФОРМИРОВАННЫХ ЗА СЧЕТ ДОЖДЕВЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА РЕКИ ПАРКЕНТСАЙ)

А.Я. ИСАКОВА¹, Ф.Х. ХИКМАТОВ¹

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

Аннотация. Статья посвящена вопросам расчета вероятных максимальных расходов воды, сформированных дождевыми паводками на примере бассейна реки Паркентсай. С этой целью использовались данные о расходах воды, наблюдаемых на реке Паркентсай – гидрологический пост Сумча. Значения атмосферных осадков были взяты из материалов наблюдений по метеостанции Сукок, расположенной в соседнем бассейне Сукокская. На основе этих гидрометеорологических данных рассчитывались вероятные максимальные расходы реки Паркентсай. Расчеты проводились с использованием формулы, предложенной А.В. Огиевским, а затем усовершенствованной Г.А. Алексеевым. Результаты сопоставлены с наблюдаемыми максимальными расходами воды на реке Паркентсай и показана их сходимость.

Ключевые слова: река, речной бассейн, атмосферные осадки, ливневые дожди, величина осадков, максимальные расходы воды, селевые паводки, расчет, сопоставление.

ESTIMATION OF MAXIMUM WATER DISCHARGE FORMED BY RAINFALL FLOOD (ON THE EXAMPLE OF PARKENTSAY RIVER BASIN)

A.YA. ISAKOVA¹, F.Y. KHIKMATOV¹

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

Abstract. The article is devoted to the issues of estimation of probabilistic maximum water discharge formed by rainfall floods in the example of the Parkentsay river basin. For this purpose, we used the data on water discharge observed on the Parkentsay river – the Sumcha hydrological station. Precipitation values were taken from observations at the Sukok meteorological station, located in the neighboring Sukoksay basin. Based on these hydrometeorological data, the probable maximum discharges of the Parkentsay River were estimated. The calculations were carried out using the formula proposed by A.V. Ogievsky, and then improved by G.A. Alekseev. The results were compared with the observed maximum discharges on the Parkentsay River and their convergence was shown.

Keywords: river, river basin, atmospheric precipitation, heavy rains, amount of precipitation, maximum water discharge, mudflows, estimation, comparison.

REFERENCES

- Alekseev G.A. Genetiko-statisticheskiy metod opredeleniya veroyatnix maksimalnix rasxodov vody [Genetic-statistical method for determining the probable maximum water discharge] // Tr. GGI. – Vip. 43(97). – L.: Gidrometeoizdat, 1954. – PP. 5-21. (in Russian)
- Vinogradov Yu.B. Voprosi gidrologii dojdeviix pavodkov na malix vodosborax Sredney Azii i Yujnogo Kazaxstana [Issues of hydrology of rain floods in small catchments of Central Asia and South Kazakhstan] // Tr. KazNIGMI. 1967. – Vip. 28. – PP.41-45. (in Russian)
- Vinogradov Yu.B. Etyudi o seleviix potokax [Sketches about mudflows]. – L.: Gidrometeoizdat, 1980. – 143 p. (in Russian)

Denisov Yu.M. O raschete maksimalnix rasxodov vodi dojdevix pavodkov [On the calculation of the maximum water discharge of rain floods] // Tr. SARNIGMI. – Toshkent, 2006. – 264 p. (in Russian)

Ismagilov X.A. Selevie potoki, ruslovie protsessi, protivoselevie i protivopavodkovie meropriyatiya v Sredney Azii [Mudflows, channel processes, mudflow and flood control measures in Central Asia] // Trudi SANIIRII. – Tashkent, 2006. – 264 p. (in Russian)

Karpov P.M., Pushkarenko V.P., Umarov A.Yu., Xodjaev Sh.K. Selevie yavleniya v Uzbekistane [Mudflows in Uzbekistan]. – Tashkent : “Fan”, 1976. – 134 p. (in Russian)

Ogievskiy A.V. Gidrologiya sushy [Land hydrology]. – M.-L.: Izd-vo Glavnaya redaktsiya energeticheskoy literaturi, 1936. – 512 p. (in Russian)

Salimova B.D. Metod raschyota maksimalnix rasxodov dojdevix vod s malix vodosborov (na primere rek Sredney Azii) [Method for calculating the maximum discharge of rainwater from small catchments (on the example of rivers in Central Asia)] // Avtoref. diss. kand. geogr. nauk. – Tashkent, 1984. – 18 p. (in Russian)

Pirnazarov R.T., Hikmatov F.H. To‘g‘onli ko‘llarning gidrometeorologik rejimi va ular xavfni kamaytirish masalalari [Hydrometeorological regime of dam lakes and issues of their risk reduction]. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2013. – 175 p. (in Uzbek)

Rasulov A.R., Xikmatov F. X., Aytbaev. D.P. Gidrologiya asoslari [Fundamentals of hydrology]. – Toshkent: Universitet, 2003. – 327 p. (in Uzbek)

Trofimov G.N., Isakova A.YA., Pimazarov R.T. Sel toshqinlarini o‘rganish [Study of floods]. Uslubiy qo‘llanma. – Toshkent: Universitet, 2009. – 43 bp. (in Uzbek)

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

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

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

Xikmatov F.X., Aytbaev D.P. Xarakteristika fonovix usloviy seleproyavleniy [Characteristics of the background conditions of mudflow manifestations] // Voprosi modifikatsii pogodi. Tr. nauchno-prakticheskogo seminaru “Sostoyanie i perspektivi rabot po vozdeystviyu v Respublike Uzbekistan”. – Tashkent: SANIGMI, 2001. – PP. 98-107. (in Russian)

Shaxidov A.F., Salimova B.D., Denisov Yu.M. Rukovodstvo po raschetu maksimalnix rasxodov dojdevix vod [Guidelines for calculating maximum rainwater flow rates]. MKN 27-2007. // Vedomstvennie normi i pravila. – Tashkent, 2008. – 6 P. (in Russian)

Sheglova O.P., Xikmatov F. Opit ispolzovaniya gidrometeorologicheskoy materialov dlya xarakteristiki fonovix usloviy seleproyavleniya (na primere YuZ sklona Ferganskogo xrebtu) [Experience in using hydrometeorological materials to characterize the background conditions of mudflow (on the example of the southwestern slope of the Fergana ridge)]. – Sb. nauch. trudov TashGU. 1979. № 591. – PP. 59-70. (in Russian)

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

УДК: 551.1:556.3 556.55

**ТОҒ ДАРЁЛАРИ ОҚИМИНИНГ ШАКЛЛАНИШИГА АТМОСФЕРА ЁГИНЛАРИ
ВА ҲАВО ҲАРОРАТИНИНГ БИРГАЛИКДАГИ ТАЪСИРИНИ СТАТИСТИК
БАҲОЛАШ****З.Ф. ҲАКИМОВА¹, Ғ.Х. ЮНУСОВ^{1*}, М.Т. ХЎЖАМОВА²**

¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети,
zilola_khakimova@inbox.ru, yunusov-g@mail.ru

² Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, jahona_2018@mail.ru

Аннотация. Мақолада тоғ дарёлари йиллик оқимининг ҳосил бўлишига метеорологик катталиқлар, жумладан мавсумий атмосфера ёгинлари ва ҳаво ҳароратининг биргаликдаги таъсири Қашқадарё ҳавзаси дарёлари мисолида статистик баҳоланган. Ҳисоблашлар Г.А. Алексеев томонидан таклиф этилган объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш усулини қўллаш асосида амалга оширилган. Натижада дарёлар оқими билан иқлимий омиллар орасидаги кўп ҳадли боғланишларни ифодаловчи нормаллаштирилган регрессия тенгламалари олинган. Ушбу тенгламалардан гидрологик ҳисоблашлар ва прогнозлар амалиётида фойдаланиш имкониятлари мавжуд.

Калит сўзлар: дарё, дарё оқими, метеорологик катталиқ, атмосфера ёгинлари, ҳаво ҳарорати, корреляция коэффициентлари, регрессия тенгламалари, гидрологик ҳисоблашлар, гидрологик прогнозлар.

Кириш. Дарёлар оқимининг ҳосил бўлиши ва бу жараённинг иқлимий омилларга боғлиқлиги масалалари кўплаб олимларни қизиқтирган. Жумладан, собиқ Иттифоқ ва ҳозирги МДҲ мамлакатлари олимларидан А.И.Воейков [Воейков, 1884], В.Г.Глушков [Глушков, 1961], М.И.Будико [Будико, 1980], М.Н.Большаков [Большаков, 1974] ва бошқаларнинг тадқиқотлари айнан шу масалаларни ўрганишга бағишланган.

Ўзбекистонда ушбу муаммони ўрганишга қаратилган илк тадқиқотларни Э.М.Ольдекоп [Ольдекоп, 1918], Л.К.Давыдов [Давыдов, 1927], В.Л.Шульц [Шульц, 1965], О.П.Щеглова [Щеглова, 1960] ва бошқалар амалга оширганлар. Ҳозирги кунда мазкур йўналишдаги тадқиқотлар В.Е.Чуб [Чуб, 2007], Б.К.Царев ва Л.М.Карандаева [Царев, Карандаева, 2007], Ф.Ҳ.Ҳикматов ва Ғ.Х.Юнусов [Ҳикматов, Юнусов, 2017] каби олимлар томонидан давом эттирилмоқда. Ушбу тадқиқотларда дарёлар ҳавзалари табиий шароитнинг ўзига хос хусусиятлари, жумладан, уларнинг географик ўрни, геологик тузилиши ва рельефи, орографияси, иқлим шароити, тупроқ ва ўсимлик қоплами ҳамда гидрографик тармоқлари оқим ҳосил бўлиши нуктаи назаридан кўриб чиқилган.

Бирок, юқорида қайд этилган тадқиқотларда, Ф.Ҳ.Ҳикматов ва Ғ.Х.Юнусовларнинг ишларини ҳисобга олмаганда, Қашқадарё ҳавзасининг табиий шароити ҳавзада сув ресурслари ҳосил бўлиши масалалари билан боғлиқ ҳолда, алоҳида кўриб чиқилмаган. Аникроғи, Қашқадарё ҳавзаси дарёлари оқимининг шаклланиш шароитлари иқлимий омиллар, жумладан, ҳаво ҳарорати, атмосфера ёгинлари билан боғлиқ ҳолда, шу кунгача атрофлича ўрганилмаган.

Тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари. Мазкур тадқиқотнинг асосий мақсади тоғ дарёлари оқимининг ҳосил бўлишига атмосфера ёгинлари ва ёзги ҳаво ҳароратининг биргаликдаги таъсирини Қашқадарё ҳавзаси дарёлари мисолида физик-статистик таҳлил қилишдан иборат.

* Масъул муаллиф: yunusov-g@mail.ru, тел.: +998 90 952-24-83

Ушбу мақсадга эришиш учун ишда қуйидаги вазифалар белгиланди ва тадқиқот жараёнида ўз ечимини топди: Қашқадарё ҳавзаси дарёлари йиллик оқими билан мавсумий, яъни қишки ҳамда ёзги атмосфера ёғинлари миқдорлари орасидаги боғланишларни статистик баҳолаш; ҳавза дарёлари ўртача йиллик сув сарфлари билан ёзги ҳаво ҳароратлари миқдорлари орасидаги боғлашларни ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентларини аниқлаш; дарёлар оқимининг ҳосил бўлишига қишки ҳамда ёзги атмосфера ёғинлари ва ёзги ҳаво ҳароратининг биргаликдаги таъсирини ифодаловчи кўп ҳадли боғланишларнинг статистик кўрсаткичларини ҳисоблаш ва уларнинг регрессия тенгламаларини тузиш.

Тадқиқотнинг объекти ва предмети. Ишда тадқиқот объекти сифатида Қашқадарё ҳавзаси тоғ дарёлари танлаб олинди. Қашқадарё ҳавзаси тоғ дарёлари оқимининг ҳосил бўлишига атмосфера ёғинлари ва ёзги ҳаво ҳароратининг биргаликдаги таъсири тадқиқотнинг предмети ҳисобланади.

Бирламчи маълумотлар. Тадқиқот ишини бажаришда Ўзгидромет тасарруфидаги Қашқадарё ҳавзасида жойлашган гидрология постлари ва метеорология станцияларида, стандарт талабларга мос ҳолда амалга оширилган ўлчаш ва кузатиш маълумотларидан фойдаланилди.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқотда замонавий объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш, гидрологик ҳисоблашлар, математик статистик усуллар, географик умумлаштириш ва таққослаш усулларида фойдаланилди.

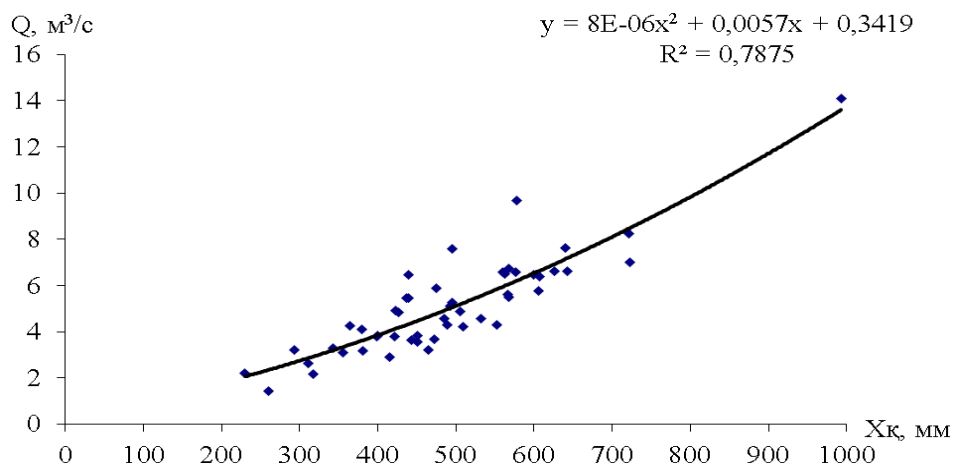
Тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси. Тадқиқотда ўрганилаётган дарёларлар ҳавзаларига ёққан ёғинларнинг турини ҳисобга олишга ҳаракат қилдик. Чунки, қор ёки ёмғир кўринишидаги ёғинлар дарёлар ҳавзалари ёнбағирларида юза оқим ҳосил бўлишига турлича таъсир кўрсатади. Шу мақсадда йиллик ёғинлар қишки ва ёзги ёғинларга ажратилди. Қашқадарё ҳавзаси дарёлари оқимининг шаклланишида атмосфера ёғинлари ва ҳароратнинг биргаликдаги таъсирини статистик баҳолашда ўртача ойлик ва ўртача йиллик сув сарфлари маълумотларидан фойдаланилди (1-жадвал).

Метеорологик маълумотларни, жумладан, атмосфера ёғинларининг ойлик ва йиллик қийматлари асосида уларнинг Мингчуқур метеостанциясида кузатилган миқдорлари ҳисобланди. Қишки, яъни асосан қор кўринишидаги ёғинлар сифатида октябрь-март (X_k), ёзги, яъни ёмғир кўринишидаги ёғинлар сифатида эса апрель-сентябрь ойларидаги ёғин миқдорлари (X_e) йиғиндилари олинди. Ёзги ҳаво ҳарорати қийматлари (t_e) ҳам мазкур метеорология станциясида ўлчанган ўртача ойлик ҳаво ҳароратлари миқдорлари асосида ҳисобланди.

Дастлаб, юқоридаги маълумотлар, яъни ўрганилаётган дарёларнинг йиллик сув сарфлари ($Q_{й}$) ҳамда қишки ва ёзги атмосфера ёғинлари орасидаги боғланишлар графиклари таҳлил қилинди (1-2-расмлар).

Ушбу расмлардан кўришиб турибдики, ўрганилаётган дарёларнинг ўртача йиллик сув сарфлари ($Q_{й}$) билан мавсумий, яъни қишки атмосфера ёғинлари орасида боғланишлар мавжуд. Мазкур йўналишдаги тадқиқотлар дарёларнинг ўртача йиллик сув сарфлари ($Q_{й}$) билан ёзги ёғин миқдорлари (X_e) орасидаги боғланишлар учун ҳам амалга оширилди. Уларнинг таҳлили ушбу вариантдаги боғланишларни ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентлари қийматларининг юқоридаги, яъни $Q_{й} = f(X_k)$ га нисбатан кичик эканлигини кўрсатди.

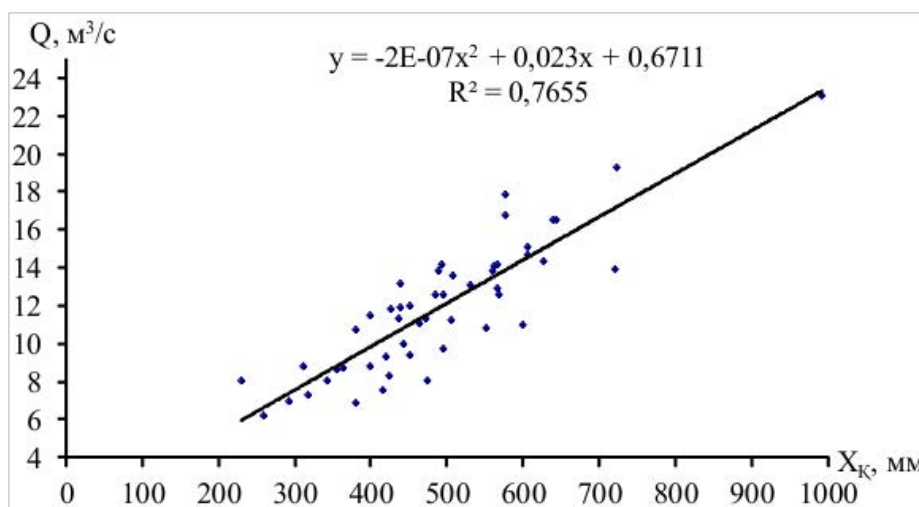
Тадқиқотнинг кейинги босқичида жуфт гидрометеорологик ўзгарувчилар орасидаги боғланишлар зичлиги Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971] таклиф этган тенглаштириш ва объектив нормаллаштириш усули ёрдамида ҳисобланди (1-жадвал).



1-расм. Қашқадарё дарёси (Варганза) ўртача йиллик сув сарфлари ($Q_{й}$) билан қишки ёғинлар (X_k) орасидаги боғланиш графиги

Рис. 1. График связи между среднегодовыми расходами воды (Q_r) реки Кашкадарья (Варганза) и зимними осадками (X_3)

Fig. 1. The graph of the correlation between the average annual water discharge of the Kashkadarya River (Varganza) Q_y and winter precipitation (X_w)



2-расм. Оқдарё дарёси (Хазарнова) ўртача йиллик сув сарфлари ($Q_{й}$) билан қишки ёғинлар (X_k) орасидаги боғланиш графиги

Рис. 2. График связи между среднегодовыми расходами воды (Q_r) реки Акдарья (Хазарнова) и зимними осадками (X_3)

Fig. 2. Graph of correlation between Akdarya River (Khazarnova) average annual water discharge (Q_y) and winter precipitation (X_w)

1-жадвал

Гидрометеорологик ўзарувчилар орасидаги боғланишлар зичлигини ифодаловчи корреляция коэффициентларининг қийматлари

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляции, характеризующие тесноты связей между гидрометеорологическими переменными

Table 1

Values of correlation coefficients representing the density of connections between hydrometeorological variables

№ Т/р	Дарё –кузатиш жойи	Жуфт корреляция коэффициентлари					
		r_{01}	r_{02}	r_{03}	r_{12}	r_{13}	r_{23}
1	Қашқадарё - Варганза	0,887	0,549	0,525	0,502	0,408	0,622
2	Жиннидарё - Жауз	0,439	0,377	0,431	0,502	0,408	0,622
3	Оқдарё - Хазарнова	0,875	0,482	0,475	0,502	0,408	0,622
4	Танхоздарё - Қатағон	0,846	0,656	0,423	0,502	0,408	0,622
5	Яккабоғдарё - Татар	0,883	0,624	0,437	0,502	0,408	0,622
6	Ўрадарё - Бозортепа	0,849	0,640	0,604	0,502	0,408	0,622
7	Кичик Ўрадарё - Гумбулок	0,718	0,354	0,363	0,534	0,473	0,648

Изоҳ: r_{01} , r_{02} , r_{03} – ўртача йиллик сув сарфлари билан, мос равишда, қишки (X_w), ёзги (X_s) ёгинлар ва ёзги ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари; r_{12} , r_{13} , r_{23} – мос равишда X_w ва X_s , X_w ва t_s , X_s ва t_s ларнинг жуфт корреляция коэффициентлари.

Примечание: r_{01} , r_{02} , r_{03} – значение парных коэффициентов корреляции соответственно зимних (X_w), летних (X_s) осадков и летних температур воздуха, со средними годовыми расходами воды; r_{12} , r_{13} , r_{23} – соответственно значения парных коэффициентов X_w и X_s , X_w и t_s , X_s и t_s .

Note: r_{01} , r_{02} , r_{03} – value of paired correlation coefficients, respectively, of winter (X_w), summer (X_s) precipitation and summer air temperatures, with average annual water discharge; r_{12} , r_{13} , r_{23} – respectively, the values of the paired coefficients X_w and X_s , X_w and t_s , X_s and t_s .

Ҳисоблашлар натижаларининг таҳлиliga кўра, дарёларнинг ўртача йиллик сув сарфлари билан қишки ёгинлар орасидаги боғланишларни ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентлари қийматларининг 0,718÷0,887 оралиқда ўзгариши аниқланди. Фақат битта ҳолатда, яъни Жиннидарё (Жауз) учун унинг қиймати 0,439 га тенг бўлди. Жиннидарё учун боғланишнинг бундай ҳолатини ҳавзанинг табиий географик ва гидрометеорологик хусусиятлари билан изохлаш мумкин. Албатта, бу ерда гидрометеорологик маълумотлар базасининг аниқлиги ҳам муҳим аҳамиятга эга. Худди шу каби таҳлиллар r_{02} ва r_{03} учун ҳам амалга оширилди (1-жадвал). Ушбу жадвалда келтирилганидек, r_{12} , r_{13} ва r_{02} , r_{23} ларнинг қийматлари дастлабки 6 та дарёда бир хил рақамларда ифодаланган.

Тадқиқотимизда асос бўлиб хизмат қилган ўзгарувчилар орасидаги боғланишлар зичлигини ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентлари қуйидаги умумий кўринишга эга бўлган чизикли тенгламалар системасини тузиш имконини беради:

$$\begin{cases} \alpha_{01} + 0,502 \cdot \alpha_{02} + 0,408 \cdot \alpha_{03} = 0,887 \\ 0,502 + \alpha_{01} \cdot \alpha_{02} + 0,622 \cdot \alpha_{03} = 0,549 \\ 0,408 + \alpha_{01} \cdot 0,622 + \alpha_{02} \cdot \alpha_{03} = 0,525 \end{cases}$$

Юқоридаги чизикли тенгламалар системасини ечиш, нормаллаштирилган регрессия тенгламаларининг регрессия коэффициентларини аниқлаш имконини беради. Шу

мақсадда ўрганилаётган барча дарёлар учун Крамер усулида асосий ва ёрдамчи детерминантлар ҳисобланди (2-жадвал).

2-жадвал

Чизиқли тенгламалар системасининг ҳисобланган асосий (Δ) ва ёрдамчи (Δ_{01} , Δ_{02} , Δ_{03}) детерминантлари қийматлари

Таблица 2

Вычисленные значения основных (Δ) и вспомогательных (Δ_{01} , Δ_{02} , Δ_{03}) определителей системы линейных уравнений

Table 2

Values of calculated main (Δ) and auxiliary (Δ_{01} , Δ_{02} , Δ_{03}) determinants of a system of linear equations

№ Т/р	Дарё - кузатиш жойи	Асосий ва ёрдамчи детерминантлар			
		Δ	Δ_{01}	Δ_{02}	Δ_{03}
1	Қашқадарё - Варганза	0,449	0,357	0,018	0,079
2	Жиннидарё - Жауз	0,449	0,134	0,025	0,123
3	Оқдарё - Хазарнова	0,449	0,371	0,014	0,07
4	Танхоздарё - Қатағон	0,449	0,315	0,16	0,038
5	Яккабоғдарё -Татар	0,449	0,345	0,119	0,018
6	Ўрадарё -Бозортепа	0,449	0,304	0,071	0,103
7	Кичик Ўрадарё - Гумбулоқ	0,399	0,289	0,032	0,028

Асосий ва ёрдамчи детерминантларнинг юқоридаги жадвалда келтирилган ҳисобланган қийматлари асосида регрессия коэффицентлари Қашқадарё мисолида қуйидаги ифода ёрдамида аниқланди:

$$\alpha_{01} = \frac{\Delta_{01}}{\Delta} = \frac{0,357}{0,449} = 0,795 ;$$

$$\alpha_{02} = \frac{\Delta_{02}}{\Delta} = \frac{0,018}{0,449} = 0,040 ;$$

$$\alpha_{03} = \frac{\Delta_{03}}{\Delta} = \frac{0,079}{0,449} = 0,175 .$$

Юқоридаги ифодалар ёрдамида ҳисобланган регрессия коэффицентларининг энг катта қийматлари α_{01} га тўғри келади. Мазкур статистик параметрларнинг қийматлари ўрганилаётган дарёларда $0,298 \div 0,826$ ораликда ўзгаради. Қолган α_{02} ва α_{03} регрессия коэффицентлари эса юқоридагига нисбатан кичик қийматларга эга (3-жадвал).

Регрессия коэффицентларининг ҳисобланган қийматлари Қашқадарё хавзаси дарёлари ўртача йиллик сув сарфлари билан метеорологик катталиклар орасидаги боғлиқликни ифодаловчи нормаллаштирилган регрессия тенгламасини умумий ҳолда қуйидаги кўринишда ёзиш имконини берди:

$$U_0(Q) = \alpha_{01} \cdot U_1(X_k) + \alpha_{02} \cdot U_2(X_l) + \alpha_{03} \cdot U_3(t_{\xi}).$$

3-жадвалда келтирилган регрессия коэффицентларини ҳисобга олган ҳолда, ҳар бир дарё учун нормаллаштирилган регрессия тенгламалари тузилди.

3-жадвал

Регрессия ва тўлиқ корреляция коэффициентларининг қийматлари

Таблица 3

Значения коэффициентов регрессии и полной корреляции

Table 3

Values of regression and complete correlation coefficients

№ Т/р	Дарё - кузатиш жойи	Регрессия коэффициентлари			$r_0 \pm \sigma_{r_0}$
		α_{01}	α_{02}	α_{03}	
1	Қашқадарё - Варганза	0,795	0,04	0,175	$0,905 \pm 0,026$
2	Жиннидарё - Жауз	0,298	0,056	0,274	$0,520 \pm 0,106$
3	Оқдарё - Хазарнова	0,826	0,031	0,156	$0,901 \pm 0,027$
4	Танхоздарё - Қатағон	0,702	0,356	0,085	$0,932 \pm 0,019$
5	Яккабоғдарё - Татар	0,768	0,265	0,04	$0,859 \pm 0,020$
6	Ўрадарё - Бозортепа	0,677	0,158	0,229	$0,902 \pm 0,027$
7	Кичик Ўрадарё - Гумбулок	0,724	0,08	0,07	$0,576 \pm 0,060$

Ҳар бир дарё учун олинган нормаллаштирилган регрессия тенгламаларининг тўлиқ корреляция коэффициентлари, яъни r_0 нинг тегишли қийматлари билан тавсифланади ва у қуйидаги ифода билан ҳисобланди:

$$r_0 = \sqrt{|r_{01} \cdot \alpha_{01}| + |r_{02} \cdot \alpha_{02}| + |r_{03} \cdot \alpha_{03}|} =$$

$$= \sqrt{|0,887 \cdot 0,795| + |0,549 \cdot 0,040| + |0,525 \cdot 0,175|} =$$

$$\sqrt{0,705 + 0,022 + 0,092} = \sqrt{0,819} = 0,905 .$$

Тўлиқ корреляция коэффициентининг хатолиги (σ_{r_0}) қуйидаги ифода билан ҳисоблаб топилди:

$$\sigma_{r_0} = \pm \frac{1 - r_0^2}{\sqrt{N - 1}} = \pm \frac{1 - 0,905^2}{\sqrt{50 - 3}} = \pm 0,026 .$$

бу ерда: (r_0) – тўлиқ корреляция коэффициенти; N - кузатиш йиллари сони; l - аргументлар сони.

Қашқадарё хавзасидаги барча ўрганилган дарёлар учун умумий корреляция коэффициентларининг қийматлари $0,520 \pm 0,106$ – $0,932 \pm 0,019$ оралиқда ўзгаради. Таъкидлаш лозимки, тўрт ҳолатда унинг қийматлари 0,90 дан катта бўлди. Ушбу натижа тадқиқот жараёнида олинган нормаллаштирилган регрессия тенгламаларининг ижобий аниқлигидан дарак беради. Шу туфайли улардан келажакда гидрологик ҳисоблашлар ва прогнозлар амалиётида кенг фойдаланиш имкониятлари мавжуд.

Хулоса. Бажарилган тадқиқот натижаларини умумлаштирган ҳолда қуйидаги асосий хулосаларни қайд этиш мумкин.

1. Гидрометеорологик ўзгарувчилар, яъни мавсумий атмосфера ёғинлари билан ҳаво ҳароратининг дарёлар оқимининг шаклланишига биргаликда кўрсатадиган таъсирлари Қашқадарё хавзаси дарёлари мисолида физик-статистик баҳоланди.

Ҳисоблашлар Г.А. Алексеев тақлиф этган объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш усулида амалга оширилди.

2. Дарёлар оқими билан уларнинг ҳосил бўлишига таъсир этадиган метеорологик миқдорлар орасидаги боғланишлар зичлигини ифодалайдиган тўлиқ корреляция коэффицентлари ва уларнинг хатоликлари $0,520 \pm 0,106 \div 0,932 \pm 0,019$ оралиқда ўзгарди. Таъкидлаш жоизки, бешта ҳолатда унинг қийматлари 0,90 атрофида ўзгаради. Бу ҳолат ҳисоблашлар натижасида олинган нормаллаштирилган регрессия тенгламаларининг олдинги тадқиқотларда олинган қийматларига нисбатан анча аниқлигини кўрсатади.

3. Бажарилган тадқиқот натижасида олинган нормаллаштирилган регрессия тенгламаларидан келажакда гидрологик ҳисоблашлар ва прогнозлар амалиётида фойдаланиш тавсия этилади. Жумладан, ушбу тенгламалар гидрологик қаторларни узайтиришда, гидрологик кузатишлардаги узилишларни тиклашда қўлланилиши мумкин.

Миннатдорчилик. Муаллифлар ушбу илмий мақолани тайёрлашда зарур бўлган гидрометеорологик маълумотларни тўплашда кўрсатган ёрдамлари учун Ўзгидрометнинг Гидрометфонди ходимларига чексиз ташаккур изҳор этадилар.

Муаллифлар ҳиссаси. **З.Ф.Ҳакимова:** Мақола ғояси, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Ғ.Х.Юнусов:** Мақола ғоясини қўллаш, методология, натижалар таҳлили, натижаларни текшириш, раҳбарлик. **М.Т.Хўжамова:** Мақола ғоясини қўллаш, объектни танлаш, маълумотларни йиғиш, қайта ишлаш, натижалар таҳлили, мақолани расмийлаштириш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашр этилган шаклини ўқиб чиқдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

- Алексеев Г.А.* Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 363 с.
- Большаков М.Н.* Водные ресурсы рек Советского Тянь-Шаня и методы их расчета. – Фрунзе: Илим, 1974. – 306 с.
- Будыко М.И.* Климат в прошлом и будущем. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 350 с
- Воейков А.И.* Климаты Земного шара, в особенности России. – С-Пб: Изд-во А. Ильина, 1884. – 642 с.
- Глушков В.Г.* Вопросы теории и методы гидрологических исследований. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 414 с.
- Давыдов Л.К.* Колебания водоносности рек Средней Азии // Тр. Средазмета. – Ташкент, 1927. – Том 1. – Вып. 2. – С. 5-48.
- Ольдекоп Э.М.* Зависимость режима р.Чирчик от метеорологических факторов // Тр. Метеорол. отдела гидром. части в Туркестанском крае. – 1918. – Вып. 89. – 83 с.
- Рождественский А.В., Чеботарёв А.И.* Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 с.
- Трофимов Г.Н.* Математическое моделирование гидрометеорологических процессов. Учебное пособие. – Ташкент: Университет, 2002. – 96 с.
- Шелутко В.А.* Численные методы в гидрологии. – Л.: ГМИЗ, 1991. – 224 с.
- Ҳикматов Ф.Ҳ., Юнусов Ғ.Х.* Тоғ дарёлари оқими миқдорини метеорологик омилларга боғлиқ ҳолда баҳолаш масалалари // ЎзГЖ ахбороти. – Тошкент, 2017. 50-жилд. – Б. 193-198.
- Ҳикматов Ф.Ҳ., Каримов Н.П.* Об одном методе статистической оценки влияния метеорологических факторов на формирование стока рек // География ва Ўзбекистон табиий-ресурс салоҳиятини баҳолаш муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Тошкент, 2016. – Б. 231-233.
- Хўжамова М.Т., Қодирова Г.М., Юнусов Ғ.Х.* Қашқадарё ҳавзаси дарёлари оқимининг ҳосил бўлишига метеорологик омилларнинг таъсирини статистик баҳолаш // Орол ҳавзаси геоэкологик муаммолари: илмий ғоялари, тадқиқотлар, инновациялар. Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. – Тошкент. 2019. – Б. 300-302.

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

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ч. 1,2. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691 с.

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

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

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВМЕЩНОГО ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА ГОРНЫХ РЕК

З.Ф. ХАКИМОВА¹, Г.Х. ЮНУСОВ¹, М.Т. ХУЖАМОВА²

¹ Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
hikmatov_f@mail.ru, yunusov-g@mail.ru

² Каршинский инженерно-экономический институт, jahona_2018@mail.ru

Аннотация. В статье произведена статистическая оценка совокупного влияния метеорологических величин, включая сезонных осадков и температуры воздуха на формирование годового стока горных рек, на примере рек бассейна Кашкадарьи. Расчеты проводились на основе объективного метода выравнивания и нормализации корреляционных связей, предложенного Г.А.Алексеевым. Результатами работы являются нормализованные уравнения регрессии, представляющие многофакторную связь между стоком рек и климатическими факторами. Эти уравнения рекомендуются использовать в практике гидрологических расчетов и прогнозов.

Ключевые слова: река, речной сток, метеорологическая величина, атмосферные осадки, температура воздуха, коэффициенты корреляции, уравнения регрессии, гидрологические расчеты, гидрологические прогнозы.

STATISTICAL EVALUATION OF THE COMBINED EFFECT OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION AND AIR TEMPERATURE ON THE FORMATION OF MOUNTAIN RIVER FLOW

Z.F. KHAKIMOVA¹, G.Kh. YUNUSOV¹, M.T. KHUZHAMOVA²

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

² Karshi Engineering and Economic Institute, jahona_2018@mail.ru

Abstract. The article statistically evaluates the combined effect of meteorological quantities, including seasonal precipitation and air temperature, on the formation of the annual flow of mountain rivers on the example of rivers in the Kashkadarya basin. The calculations were performed on the basis of the application of the method of objective equalization and normalization proposed by G.A.Alekseev. The result is a normalized regression equation representing a multidimensional relationship between river flow and climatic factors. These equations can be used in the practice of hydrological calculations and forecasts.

Keywords: river, river flow, meteorological magnitude, atmospheric precipitation, air temperature, correlation coefficients, regression equations, hydrological calculations, hydrological forecasts.

REFERENCES

- Alekseev G.A.* Ob'ektivnie metodi viravnivaniya i normalizatsii korrelyatsionnix svyazey [Objective methods of alignment and normalization of correlations]. – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 363 p. (in Russian)
- Bolshakov M.N.* Vodnie resursi rek Sovetskogo Tyan-Shanya i metodi ix rascheta [Water resources of the rivers of the Soviet Tien Shan and methods of their calculation]. – Frunze: Ilim, 1974. – 306 p. (in Russian)
- Budiko M.I.* Klimat v proshlom i budushem [Climate in the past and future]. – L.: Gidrometeoizdat, 1980. – 350 p. (in Russian)
- Voeykov A.I.* Klimati Zemnogo shapa, v ocobennocti Rossii [Climates of the Earth, in particular Russia]. – S-Pb.: Izd-vo A. Ilina, 1884. – 642 p. (in Russian)
- Glushkov V.G.* Voprosi teorii i metodi gidpologicheskix icledovaniy [Questions of theory and methods of hydrological research]. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – 414 p. (in Russian)
- Davidov L.K.* Kolebaniya vodonosnocti pek Sredney Azii [Water flow rates in Central Asia] // Tr. Sredazmeta. – Tashkent, 1927. – Tom 1. – Vip. 2. – PP. 5-48. (in Russian)
- Oldekop E.M.* Zavisimost pejima r.Chirchik ot meteorologicheskix faktorov [Dependence of Chirchik River mode from meteorological factors] // Tr. Meteopol. otdela gidpom. chasti v Turkestantskom krae. – 1918. – Vip. 89. – 83 p. (in Russian)
- Rojdestvenskiy A.V., Chebotaryov A.I.* Statisticheskie metodi v gidrologii [Statistical Methods in Hydrology]. – L.: Gidrometeoizdat, 1974. – 424 p. (in Russian)
- Trofimov G.N.* Matematicheskoe modelirovanie gidrometeorologicheskix protsessov [Mathematical modeling of hydrometeorological processes]. Uchebnoe posobie. – Tashkent: Universitet, 2002. – 96 p. (in Russian)
- Shelutko V.A.* Chislennie metodi v gidrologii [Numerical methods in hydrology]. – L.: GMIZ, 1991. – 224 p. (in Russian)
- Hikmatov F.H., Yunusov G'X.* Tog' daryolari oqimi miqdorini meteorologik omillarga bog'liq holda baholash masalalari [Issues of estimating the flow of mountain rivers in relation to meteorological factors] // O'zGJ axboroti. – Toshkent, 2017. 50-jild. – PP. 193-198. (in Uzbek)
- Xikmatov F.X., Karimov N.P.* Ob odnom metode statisticheskoy otsenki vliyaniya meteorologicheskix faktorov na formirovanie stoka rek [On one method of statistical assessment of the influence of meteorological factors on the formation of river runoff] // Geografiya va O'zbekiston tabiiy-resurs salohiyatini baholash muammolari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Toshkent, 2016. – PP. 231-233. (in Russian)
- Xo'jamova M.T., Qodirova G.M., Yunusov G'X.* Qashqadaryo havzasi daryolari oqimining hosil bo'lishiga meteorologik omillarning ta'sirini statistik baholash [Statistical assessment of the impact of meteorological factors on the formation of rivers in the Kashkadarya basin] // Orol havzasi geoekologik muammolari: ilmiy g'oyalari, tadqiqotlar, innovatsiyalar. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent. 2019. – PP. 300-302. (in Uzbek)
- Chub V.Ye.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na gidrometeorologicheskie protsessi, agroklimaticheskie i vodnie resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agroclimatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: Voris-nashriyot, 2007. – 132 p. (in Russian)
- Shuls V.L.* Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. Ch. 1,2. – L.: Gidrometeoizdat, 1965. – 691 p. (in Russian)
- Sheglova O.P.* Pitanie rek Sredney Azii [Feeding the rivers of Central Asia]. – Tashkent: Izd-vo Sam GU, 1960. – 243 p. (in Russian)
- Saryov B.K., Karandaeva L.M.* Informatsionnie pokazateli kart temperaturi i osadkov v bassejne reki Zeravshan [Informational indicators of temperature and precipitation maps in the Zeravshan river basin] // Tr. NIGMI. – Tashkent, 2007. – Vip. 8(253). – PP. 93-100. (in Russian)

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ENVIRONMENTAL MONITORING

УДК 577.472+551.493

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ *PLEUROSIRA LAEVIS* (EHRENBERG) *COMPÈRE* В УЗБЕКИСТАНЕ ПО ДАННЫМ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.Н. ТАЛЬСКИХ^{1*}, Л.А. САИДМАХМУДОВА¹, Г.К. ИШЧАНОВА¹¹ Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, vladbio@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся обобщенные результаты экспедиционных и рутинных исследований биоценозов перифитона в водных объектах в бассейне Аральского моря, осуществляемые отделом гидробиологического мониторинга Узгидромета на территории Узбекистана с 1978 года. География описываемых исследований охватывает верхнее и среднее течение реки Сырдарья, среднее и нижнее течения реки Амударья, включая коллектора, дренажные сельскохозяйственные орошаемые территории, и ирригационно-сбросовые озера ее дельты, а также среднее течение р.Зарафшан и р.Чирчик, в которых обнаружена диатомея *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère, ранее ошибочно идентифицированная как представитель рода *Melosira*.

Ключевые слова: Коллектора, ирригационно-сбросовые озера (ветланды), биоценозы перифитона, доминантный и субдоминантный комплексы диатомовых водорослей, диатомея *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère.

Введение. Центрическая диатомовая водоросль *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère (синонимы – *Biddulphia laevis* Ehrenberg, *Cerataulus laevis* (Ehrenberg) Ralfs) для территории бывшего СССР указывается в сводке для Черного и Азовского морей, приазовских лиманов и Керченского пролива и является солоноватоводным видом (Mamanazarova, Gololobova, 2017). Эти же авторы приводят и первое упоминание о нахождении этой диатомеи на территории Узбекистана, указывая на ее обнаружение в пробах перифитона и бентоса в 2009–2012 гг. в нижнем течении реки Зарафшан в районе г. Навои. Одновременно указывается на отсутствие в литературе данных о нахождении *Pl. Laevis* в других водоемах Средней Азии, хотя этот вид имеет характерную морфологию, включая сравнительно крупные размеры створок и колоний (рис.1) и не мог быть незамеченным в образцах анализируемых альгологических проб.

Можно предположить, что это, в первую очередь, было связано с отсутствием в распоряжении альгологов и гидробиологов диатомовых определителей с описанием данного вида. В нашем случае *Pl.Laevis* ошибочно идентифицировалась как представитель рода *Melosira* (*M.moniliformis* var. sp.?) со схожей экологией и отношением к солености воды, но с вопросительным знаком, указывающим на условность или неопределенность отнесения нами этого вида к роду *Melosira*.

Цель исследования. Изучение особенности экологии диатомовой водоросли *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère в Узбекистане по данным гидробиологических исследований и оценка ее как экологического индикатора.

* Ответственный автор: vladbio@mail.ru, тел.: +998 90 904-86-70

Объектом исследования являются биоценозы перифитона в р.Сырдарья ниже впадения коллектора ГПК-С, в нижнем течении р.Чирчик, в коллекторах Восточный, Северный, Шурузяк, ГПК-С, дренирующих орошаемый массив Голодной степи, в озерном комплексе ветланда Судочье (левобережная часть дельты Амударьи), осуществляемые Отделом гидробиологического мониторинга Узгидромета на территории Узбекистана с 1978 по 2019 годы.

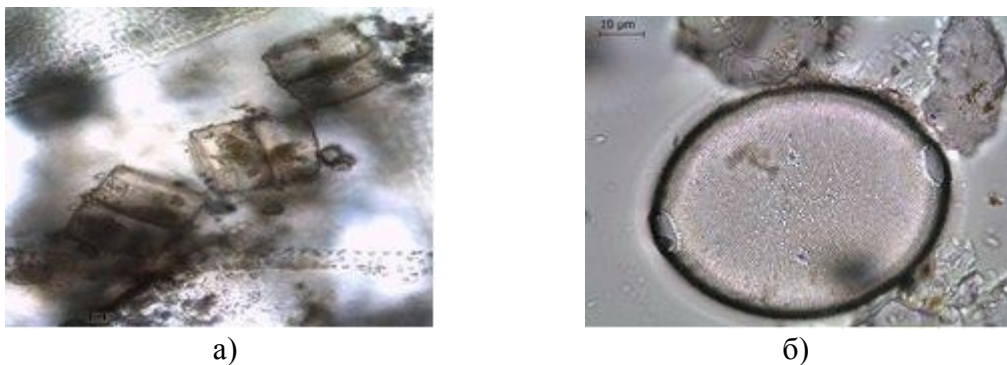


Рис. 1. Колония *Pleurosira laevis* (масштаб 10 мкм):
а) общий вид колонии, б) вид со створки

Fig.1. Colony of *Pleurosira laevis* (scale 10 µkm)
a) general view, b) view from microscope flap

Предмет исследования. Диатомовая водоросль *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Comperè.

Метод исследования. На основе фондовых гидробиологических материалов Узгидромета за период 1978-2019гг. были изучены характеристики биоценоза перифитона.

Пробы отбирались и обрабатывались по общепринятым методикам с использованием определителей (РУз 52.25. 32-97). Сбор обрастаний с поверхности твердых предметов производили с помощью скальпеля и пинцета. Отбор проб с поверхности листьев и стеблей макрофитов производили, смывая оброст мягкой кисточкой. Небольшое количество материала помещали в широкогорловые пробоотборники (объемом 0,5 л) с водой.

Основные результаты. По данным Отдела гидробиологического мониторинга распространение этой водоросли в бассейне Аральского моря намного шире и она обнаружена нами в пробах перифитона в р.Сырдарья ниже впадения коллектора ГПК-С, в нижнем течении р.Чирчик, в коллекторах Восточный, Северный, Шурузяк, ГПК-С, дренирующих орошаемый массив Голодной степи, в озерном комплексе ветланда Судочье (левобережная часть дельты Амударьи). В указанных водных объектах эта водоросль в биоценозах перифитона достигает наибольшего количественного развития в летне-осенний сезон, часто являясь доминантом или субдоминантом. Ниже приводятся условия встречаемости *Pl. Laevis* в различных типах обследованных нами водных объектов.

В р.Сырдарья место отбора проб – прибрежная рипаль ниже коллектора ГПК-С в меженный летне-осенний сезон, характеризуемый крайне низким расходом речного стока, заболоченностью литорали, обильным развитием на глинистом дне нитчатых зеленых водорослей (роды *Cladophora*, *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Enteromorpha*), обросших налетом из диатомовых водорослей, и происходящим разложением скоплений макрофитов и нитчаток. Сопутствующий доминантный и субдоминантный комплекс диатомовых водорослей представлен в основном широко распространенными и солоноватоводными,

b-, b-a-мезосапробными видами из родов *Amphora*, *Bacillaria*, *Caloneis*, *Coconeis*, *Cymatopleura*, *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Diploneis*, *Gomphonema*, *Mastogloia*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Rhoicosphenia*, *Surirella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Surirella* и др. Минерализация воды р. Сырдарья составляет в пределах 1,1-2,0 г/л.

В р. Чирчик место отбора проб – прибрежная рипаль в среднем и нижнем течении в меженный летне-осенний сезон, характеризуемый крайне низким расходом речного стока, заболоченностью литорали, обильным развитием на глинистом дне нитчатых зеленых и синезеленых водорослей (роды *Cladophora*, *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Enteromorpha*, *Anabaena*, *Oscillatoria*), обросших налетом из диатомовых водорослей и происходящим разложением скоплений макрофитов и нитчаток. Сопутствующий доминантный и субдоминантный комплекс диатомовых водорослей (аналогично сырдарьинскому участку) представлен в основном широко распространенными и солоноватоводными, b-, b-a - мезосапробными видами из родов *Amphora*, *Bacillaria*, *Caloneis*, *Coconeis*, *Cymatopleura*, *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Diploneis*, *Gomphonema*, *Mastogloia*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Rhoicosphenia*, *Surirella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Surirella* и др. Минерализация воды р. Чирчик составляет в пределах 1,1-1,5 г/л.

В коллекторах Шурузяк, ГПК-С, Северный, Восточный место отбора проб – устьевые участки, характеризующиеся заиленным дном с включениям растительного детрита. Полуводная (тростник) и подводная (рдесты, роголистник) растительность хорошо развита. Все растительные субстраты интенсивно обросли нитчатыми зелеными водорослями (роды *Cladophora*, *Oedogonium*, *Enteromorpha*) и бурыми налетами из вышеуказанных для рек Сырдарья и Чирчика видов диатомовых водорослей. Синезеленые водоросли представлены колониальными и нитчатыми формами из родов *Merismopedia*, *Microcystis*, *Gloeocapsa*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Spirulina* и др. Минерализация воды варьируется в пределах 1,6-7,0 г/л.

В озерном комплексе (ветланд) Судочье место отбора проб - северная (оз.Тайлы) и средняя части (оз.Акушпа) с хорошо развитой по берегами полосой тростника и его островными скоплениями в открытой пелагиале. Дно в прибрежье представлено мощными отложениями ила с большим содержанием растительного детрита и выраженным запахом сероводорода. Подводная часть стеблей тростника покрыта мощной шубой обрастаний из солоноватоводной нитчатой водоросли *Cladophora fracta* var. *normalis* Rabenh. и наростами и пленками характерных для условно благополучного состояния озера (1999-2000 годы) солоноватоводно-морских диатомовых водорослей таких, как *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère, *Synedra pulchella* (Ralfs)Kutz., *S.tabulata* (Ag.)Kutz. с ее многочисленными вариациями, *Achnanthes brevipes* Ag., *A. brevipes* var. *intermedia* (Kutz.) Cl., *Navicula peregrina* var. *lanceolata* Skv., *N.kolbei* Poretz. Et Aniss., *N. halophila* (Grun.)Cl., *Mastogloia Braunii* Grun., *M.pumila* (Grun.) Cl., *M. lanceolata* Thw., *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O.Mull., *Pleurosigma angulatum* (Queck)W.Sm., *Amphora obtuse* Greg., *A.coffeaeformis* Ag. и ее вариации, *Amphiprora paludosa* W.Sm., *Nitzschia obtuse* W.Sm. и другие (Тальских, 2003).

Минерализация воды в период 1999-2000 гг. в среднем изменялась в диапазоне: в оз.Тайлы – 15-21 г/л, в средней части оз.Акушпы – 21-31 г/л (Апарин, 2003; Крейцберг-Мухина и др., 2003).

В период гидрологической засухи в 2001-2002 гг. и прекращения подпитки озерной системы коллекторной водой минерализация повысилась до 26-40 г/л в оз.Тайлы и до 49-82 г/л в оз.Акушпе, что привело к смене характерного ранее диатомового комплекса (включая *Pl.laevis*) и замене его на комплекс типично морских видов, например таких, как *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kutz., *Gr.oceanica* (Ehr.) Green., *Licmophora abbreviate* Ag., *Chaetoceros mulleri* Lemn., *Mastogloia pusilla* Green., *Diploneis didyma* (Ehr.) Cl., *Pleurosigma angulatum* var. *finmarchicum* Cl. и др. (Тальских, 2003).

Выводы. География распространения диатомеи *Pl.laevis* в Среднеазиатском регионе охватывает различные типы водных объектов, включающих речные и озерные экосистемы, коллекторно-дренажную сеть, экологически значимыми характеристиками которых являются довольно высокие значения минерализации воды и повышенный уровень трофности экосистемы. Для этого вида характерны так называемые маятниковые инвазии (Тальских и др., 2007; Тальских, 2021), а именно – спонтанное появление и заметное развитие *Pl.laevis*, особенно в речных экосистемах, в неблагоприятные гидрологические фазы, когда речная система теряет свою экологическую сущность из-за крайне низкого речного стока, приводящего аномальному росту минерализации, к заболачиванию прибрежной рипали и интенсификации процессов вторичного загрязнения – "гниение реки".

По экологическому статусу эту диатомею можно отнести к солоноватоводно-морскому виду. По нашим данным оптимальные условия для ее развития складывались в эвтрофированных озерах (например в оз.Тайлы и оз.Акушпа) с минерализацией воды не превышающей 35 г/л и в коллекторно-дренажной сети. Эта диатомея также может заметно развиваться в речных экосистемах региона в неблагоприятные маловодные фазы гидрологического режима, сопровождаемого увеличением экологической плотности загрязнений при пониженных расходах речного стока, ростом минерализации, аномальным развитием процессов эвтрофирования и, соответственно, увеличением санитарно-медицинских рисков для населения.

Вклад авторов. **В.Н.Тальских:** Методология, анализ, написание текста, руководство. **Л.А.Саидмахмудова:** обработка и анализ данных, подготовка рисунков, оформление. **Г.К.Ишчанова:** Сбор и обработка данных. Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Апарин В.Б. Гидрохимические особенности Судочинского ветланда в условиях экологического стресса. / Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Труды Международной конференции. – Алматы-Ташкент, 2003. – С. 363-368.

Крейцберг-Мухина Е.А., Мирабдуллаев И.М., Тальских В.Н. Основные результаты экологического мониторинга ветланда Судочье. / Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Труды Международной конференции. – Алматы-Ташкент, 2003. – С. 355-363.

Matanazarova K.S., Gololobova M.A. First Record of Diatoma Species *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère for Uzbekistan and Central Asia // Russian Journal of Biological Invasions, 2017. – Т. 8, N. 1. – P. 69-74.

РУз 52.25. 32-97 Рекомендации. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии. – Ташкент: Узгидромет, 1997. – 67 с.

Тальских В.Н. Исследования перифитона и зообентоса в озерах ветланда Судочье: основные результаты и извлеченные уроки / Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Труды Международной конференции. – Алматы-Ташкент, 2003. – С. 369-375.

Тальских В.Н., Кустарева Л.А., Мирабдуллаев И.М. Биологические инвазии в водоемах Центральной Азии // Известия Национальной Академии Наук Кыргызской Республики. – Бишкек: Илим, 2007. – Вып. 4. – С.85-89.

Тальских В.Н. Взаимосвязь воздействий изменения климата и процессов опустынивания на биоразнообразии: Мозаика глобальных экологических вызовов и востребованные направления адаптационной политики. Узгидромет/НИГМИ. – Ташкент: "Red Grey", 2021. – 82 с.

**ГИДРОБИОЛОГИК ТАДҚИҚОТ МАЪЛУМОТЛАРИГА КЎРА ЎЗБЕКИСТОНДА
PLEUROSIRA LAEVIS (EHRENBERG) COMPÈRE ДИАТОМЛИ СУВ ЎТЛАРИНИНГ
ЭКОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАРИ****В.Н. ТАЛЬСКИХ¹, Л.А. САИДМАХМУДОВА¹, Г.К. ИШЧАНОВА¹**¹ Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази, vladbio@mail.ru

Аннотация. Мақолада Ўзгидрометнинг Гидробиологик мониторинг бўлими томонидан Ўзбекистон ҳудудида 1978 йилдан бошлаб ўтказилиб келинаётган Орол денгизи ҳавзасидаги сув объектларида перифитон биоценозларини ўрганиш бўйича экспедицион ва доимий тадқиқотларнинг умумлаштирилган натижалари келтирилган. Ушбу тадқиқотлар илгари нотўғри тарзда *Melosira* турига мансуб деб аниқланган *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) *Compère* диатом сув ўтлари топилган Сирдарёнинг юқори ва ўрта оқимини, Амударёнинг ўрта ва қуйи оқимини, жумладан суғориладиган майдонлардаги коллекторларни ва унинг дельтасидаги ташлама қўлларни, шунингдек, Зарафшон ва Чирчиқ дарёларининг ўрта оқимини қамраб олган.

Калит сўзлар: Коллекторлар, ташлама қўллар (вэтландлар), перифитон биоценозлари, диатом сув ўтларининг доминант ва субдоминант комплекслари, *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) *Compère* диатомеяси.

**FEATURES OF THE ECOLOGY OF THE DIATOM *PLEUROSIRA LAEVIS*
(*EHRENBERG*) *COMPÈRE* IN UZBEKISTAN ACCORDING TO HYDROBIOLOGICAL
RESEARCH DATA****V.N. TALSUKH¹, L.A. SAIDMAKHMUDOVA¹, G.K. ISHCHANOVA¹**¹ Center of the Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, vladbio@mail.ru

Abstract. This report provides generalized results of expeditionary and routine studies of periphyton biocenoses in water bodies in the Aral Sea basin, carried out by the Department of hydrobiological monitoring of Uzhydromet in Uzbekistan since 1978. The geography of the described studies covers the upper and middle reaches of the Syr Darya, the middle and lower reaches of the Amu Darya, including collectors draining agricultural irrigated areas and irrigation-discharge lakes of its delta, as well as the middle reaches of the Zarafshan and Chirchik rivers, in which the *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) *Compère* diatom was found, previously mistakenly identified as a member of the genus *Melosira*.

Keywords: collectors, irrigation-discharge lakes (wetlands), periphyton biocenoses, dominant and subdominant complexes of diatoms, diatom *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) *Compère*.

REFERENCES

Aparin V. B. Gidrokhimicheskiye osobennosti Sudochinskogo vetlanda v usloviyakh ekologicheskogo stressa. [Hydrochemical characteristics of the Sudochye wetland under environmental stress. Environmental sustainability and advanced approaches to water resources management in the Aral Sea basin. Proceedings of the International Conference.]. – Almaty-Tashkent, 2003. – PP. 363-368. (in Russian)

Kreitsberg-Mukhina E.A., Mirabdullaev I.M., Talsukh V.N. Osnovnyye rezultaty ekologicheskogo monitoringa vetlanda Sudoch'ye. [The main results of environmental monitoring of the Sudochye wetland. Environmental sustainability and advanced approaches to water resources management in the Aral Sea basin. Proceedings of the International Conference.]. – Almaty-Tashkent, 2003. – PP. 355-363. (in Russian)

RUz 52.25. 32-97. Rekomendatsii. Metody gidrobiologicheskogo monitoringa vodnykh ob'yektov regiona Sentralnoy Azii. [RUz 52.25. 32-97 Recommendations. Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in the Central Asia region]. – Tashkent: Uzhydromet, 1997. – 67 p. (in Russian)

Talskikh V.N. Issledovaniya perifitona i zoobentosa v ozerakh vetlanda Sudoch'ye: osnovnyye rezultaty i izvlechenyye uroki. [Research of periphyton and zoobenthos in lakes of Sudochoye wetland: main results and lessons learned. Environmental sustainability and advanced approaches to water resources management in the Aral Sea basin. Proceedings of the International Conference.]. – Almaty-Tashkent, 2003. – PP. 369-375. (in Russian)

Talskikh V.N., Kustareva L.A., Mirabdullaev I.M. Biologicheskiye invazii v vodoyemakh Sentralnoy Azii [Biological invasions in water bodies of Central Asia] // News of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. – Bishkek: Ilim, 2007. – Issue 4, – PP. 85-89. (in Russian)

Talskikh V.N. Vzaimosvyaz vozdeystviy izmeneniya klimata i protsessov opustynivaniya na bioraznoobraziye: Mozaika globalnykh ekologicheskikh vyzovov i vostrebovannyye napravleniya adaptatsionnoy politiki [Interrelation of the impacts of climate change and desertification processes on biodiversity: Mosaic of global environmental challenges and demanded directions of adaptation policy]. Uzhydromet / NIGMI. – Tashkent: “Red Gray”, 2021. – 82 p. (in Russian)

УДК 504.4.054:504.453

СУРХОНДАРЁ ДАРЁСИ СУВИ СИФАТИНИНГ ЗАМОНАВИЙ ЎЗГАРИШЛАРИ

Б.Э.НИШОНОВ^{1*}, И.Р.РАЗИКОВА¹

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

Аннотация. Мақолада Сурхондарё дарёси суви сифатининг замонавий ўзгаришлари таҳлил қилинган. Сурхондарё дарёсидаги Шўрчи ва Термиз сув сифатини кузатиш пунктларининг кўпйиллик (1990-2019йй.) маълумотлари асосида минерализация, органик ифлосланишлар, биоген моддалар, фторидлар, оғир металлларнинг ойлари бўйича, йиличидаги ва кўпйиллик ўзгаришлари ўрганилган. Антропоген таъсир натижасида дарёнинг қўйи қисмида ушбу моддаларнинг дарё сувидаги миқдорлари ортиши аниқланган.

Калит сўзлар: сув сифати, минерализация, органик ифлосланиш, БКИ, ККИ, биоген моддалар, фторидлар, оғир металллар, Сурхондарё дарёси.

Кириш. Сурхондарё дарёси Амударёнинг энг йирик ирмоқларидан бири ҳисобланади. Дарё Ҳисор тоғ тизмасининг жанубий қияликларидан оқиб тушувчи Тўпаланг ва Қоратоғ дарёларининг қўшилишидан ҳосил бўлади. Дарёга қуйроқда ўнг ирмоқлар – Сангардак ва Хўжаипок дарёлари қуйилади [Шульц, 1965]. В.Е.Чуб маълумотларига кўра Тўпаланг ва Қоратоғ дарёлари қор-музликликлардан тўйинувчи дарёларга, Шеробод ва Сангардак дарёлари қордан тўйинувчи дарёларга, Обизаранг, Халкажар, Оккипчағай, Хўжаипок дарёлари қор-ёмғирдан тўйинувчи дарёларга киради [Чуб, 2007].

Сурхондарё дарёси сув ресурслари В.Л.Шульц, В.Е.Чуб ва бошқалар томонидан ўрганилган. Дарёнинг гидрокимёвий режими ва сув сифати илмий адабиётларда кам ёритилган. Фақат Ф.Э.Рубинова ўз тадқиқотларида дарё гидрокимёвий режимини 1970-1980 йиллардаги ўзгаришларини ўрганган [Рубинова, Куропатка, 1980; Рубинова, Иванов, 2005]. Бироқ, Сурхондарё дарёси сув сифатининг сўнгги 30 йил давомидаги ўзгаришлари илмий адабиётларда ёритилмаган.

Сурхондарё дарёсининг Сурхондарё вилояти иқтисодиёти тармоқлари учун муҳим аҳамиятини ҳисобга олган ҳолда дарё сув сифатининг замонавий ҳолатини ўрганиш долзарб вазифа ҳисобланади. Ушбу тадқиқотнинг мақсади Сурхондарё дарёси сув сифатининг ҳудуд ва вақт бўйича ўзгаришларини аниқлаш ҳисобланади. Тадқиқотнинг

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

объекти Сурхондарё дарёси, **тадқиқотнинг предмети** эса дарёнинг сув сифати ҳисобланади.

Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари. Тадқиқот ишини бажаришда Сурхондарё дарёси сув сифати мониторингининг сўнгги 30 йиллик (1990-2019 йй.) маълумотларидан фойдаланилди [Ежегодники, 1990-2019]. Ҳозирги вақтда Сурхондарё дарёсида, ирмоқларини ҳисобга олмаганда, Ўзгидрометнинг 2 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 анион ва катионлар, биоген моддалар, феноллар, фторидлар, оғир металллар, органик ифлоснишлар)нинг кўпйиллик ўртача миқдорларини ҳисоблаш, минерализацияни йил ичида ўзгаришларини (C_{\max}/C_{\min}) ва вариация коэффициентларини (C_v) таҳлили ўтказилди. Вариация коэффициенти қуйидаги формула билан ҳисобланади:

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

бу ерда: k – коэффициент, қатор ҳар бир аъзосининг ўртача қийматга нисбати, яъни $k_1 = C_1/C_{\text{ўрм}}$, $k_2 = C_2/C_{\text{ўрм}}$, $k_n = C_n/C_{\text{ўрм}}$; n – кузатиш йиллари сони [Методические..., 1986].

Сув сифатини комплекс баҳолаш учун Сувни 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 олинади:

$$СИИ = \frac{1}{6} \sum_{n=1}^6 \frac{C_i}{РЭК_i} \quad (2)$$

бу ерда: C_i – компонент концентрацияси ёки кўрсаткич қиймати; $РЭК_i$ – компонент ёки кўрсаткичнинг рухсат этилган концентрацияси (меъёри); 6 – ҳисоблаш учун фойдаланиладиган кўрсаткичлар сони.

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Сурхондарё ҳавзасидаги дарёларда гидрологик кузатишлар 1927 йилда бошланган. Бунда Арпасой ва Мангузар қишлоқлари яқинидаги гидрология постларида сув ўлчаш ишлари амалга оширила бошланган. Кейинчалик гидрология постлари сони ортиб бориб, 1930 йилда 30 та, 1960 йилда 24 та пост мавжуд бўлган бўлса, 2001 йилдан буён 12 та постда гидрологик ўлчашлар олиб борилади.

Сурхондарё дарёси гидрологик режимида тўлинсув кўтарилиш даври (апрель-июнь), тўлинсув тушиш даври (июль-сентябрь) ва кам сувли давр (октябрь-март) кузатилади [Рубинова, Куропатка, 1980].

Сурхондарё дарёсининг сув сифатини мониторинг қилиш 1938 йилда Шўрчи қишлоғи ва Термиз шаҳри яқинида бошланган. Шўрчи кузатув пункти Сурхондарё дарёсининг ўрта қисмида, Шўрчидан 4 км жанубий-шарқда, Жанубий Сурхон сув омборидан 17 км юқорида жойлашган. Иккинчи пункт эса Термиз шаҳри чегарасида, Мангузар қишлоғидан 5,5 км қуйида жойлашган. Ҳозирги вақтда Шўрчи яқинидаги пункт Жанубий Сурхон сув омборидан юқорида дарё сувининг сифати ҳақида маълумот олишга имкон беради. Термиз шаҳри яқинидаги пунктда дарёнинг қуйилиш қисмидаги сув сифати ҳақида маълумот олиш, шунингдек “Сувоқава” корхонаси оқава сувларининг дарё сув сифатига таъсирини аниқлаш мумкин бўлади.

Сурхондарё дарёсидаги кузатув пунктларида йил давомида ҳар ойда олинган сув намуналари 40 дан ортиқ физик-кимёвий кўрсаткичларга таҳлил қилинади. Бунда рН, электрўтказувчанлик, сувда эриган кислород, углерод диоксид, минерализация, кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ), кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ), асосий анион ва катионлар, биоген моддалар, фторидлар, феноллар, оғир металллар, синтетик сирт фаол моддалар, пестицидлар аниқланади.

Тадқиқот давомида Сурхондарё дарёсидаги 2 та кузатиш пунктидаги сув сифатининг кўп йиллик (1990-2019 йй.) маълумотлар базаси шакллантирилди ва маълумотлар асосида сув сифати ва уни ўзгаришлари таҳлил қилинди. 1-жадвалда 1990-2019 йилларда Сурхондарё дарёси сув сифати кўрсаткичларининг ойлик минимал, максимал ва ўртача қийматлари келтирилган.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, Сурхондарё дарёси суви гидрокимёвий таркибининг шаклланишига юқори оқимидаги ирмоқлари – Тўпаланг, Қоратоғ, Сангардак, Хўжаипок ва бошқа дарёларнинг сув таркиби, шунингдек, антропоген омиллар таъсир қилади. Оқим шаклланиш зонасида гидрокимёвий режим асосан гидрологик режимга боғлиқ бўлиб, сув сарфи ортиши билан минерализация камаяди ва аксинча, сув сарфи камайиши билан минерализация ортади. Э.Ф.Рубинова фикрича, Сурхондарё дарё оқимидан фойдаланишнинг барча даражасида фазавий ўзгаришлар кузатилади ва минерализация ортади [Рубинова, Куропатка, 1980]. Минерализация кўпсувлик йилларга нисбатан камсувлик йилларда кўпроқ ортади.

1-жадвал

Сурхондарё дарёси суви сифатининг асосий кўрсаткичлари (1990-2019йй.)

Таблица 1

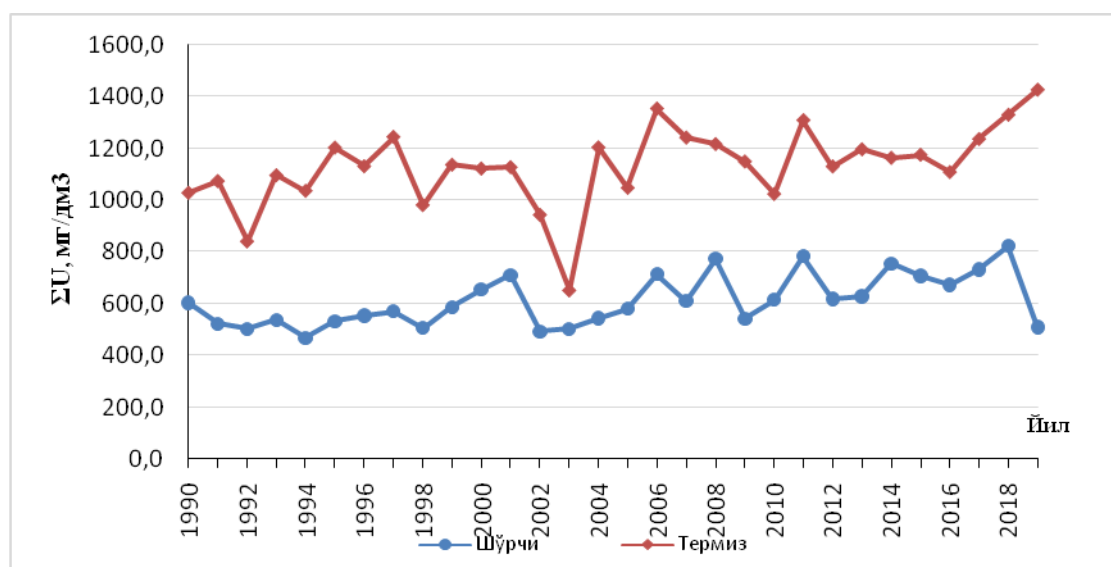
Основные показатели качества воды реки Сурхондарья (1990-2019гг.)

Table 1

Main parameters of the water quality of the Surkhondaryo River (1990-2019)

Концентрация, мг/дм ³	Кузатишпункти					
	Сурхондарё д., Шўрчи			Сурхондарё д., Термиз		
	мин.	макс.	ўртача	мин.	макс.	ўртача
Минерализация	201,0	1569,7	625,3	174,0	1724,3	1088,8
Cl⁻	4,9	83,7	24,4	11,6	403,0	100,8
SO₄²⁻	34,9	769,0	233,0	155,0	853,0	533,1
HCO₃⁻	82,4	321,0	187,2	65,6	389,0	185,2
Na⁺	3,1	114,6	35,5	13,7	230,9	112,4
K⁺	0,0	9,0	2,0	0,0	6,0	3,0
Ca²⁺	32,1	254,0	89,0	49,1	196,0	141,3
Mg²⁺	4,9	105,8	31,9	5,47	130,7	58,1
N-NH₄⁺	0,0	1,25	0,04	0,0	0,49	0,03
N-NO₂⁻	0,0	0,13	0,02	0,0	0,18	0,02
N-NO₃⁻	0,01	11,09	1,48	0,01	4,68	1,14
ККИ, мгО/дм³	0,9	50,5	7,2	1,5	40,5	14,0
КБИ, мгО₂/дм³	0,1	11,5	1,4	0,1	5,3	1,3

Сурхондарё дарёсининг Шўрчи кузатув пунктида минерализация миқдори ўртача 625,3 мг/дм³ ни ташкил қилса, дарё куйи қисмида - Термиз кузатув пунктида минерализация миқдори ўртача 1088,2 мг/дм³ни ташкил қилади (1-жадвал). Минерализациянинг ўртача йиллик миқдори мос равишда 467,4-823,1 мг/дм³ ва 651,1-1425,0 мг/дм³ оралиқда кузатилади (1-расм).



1-расм. Сурхондарё дарёси суви минерализациясининг йиллик ўртача миқдори (1990-2019 йй.)

Рис.1. Среднегодовая минерализация воды реки Сурхондарья (1990-2019гг.)

Fig.1. Average yearly water mineralization of the Surkhondaryo River (1990-2019)

Сурхондарё дарёси сувининг минерализацияси Алёкин таснифига кўра ўртача минераллашган сувлардан (Шўрчи кузатув пункти) юқори минераллашган сувларгача (Термиз кузатув пункти) ўзгаради. Дарёнинг қуйи қисмида минерализациянинг ортишининг сабаблари – дарё оқимининг сув омборлари билан тартибга солиниши, сув оқимининг камайиши ва дарёга коллектор-дренаж сувларининг тушиши ҳисобланади.

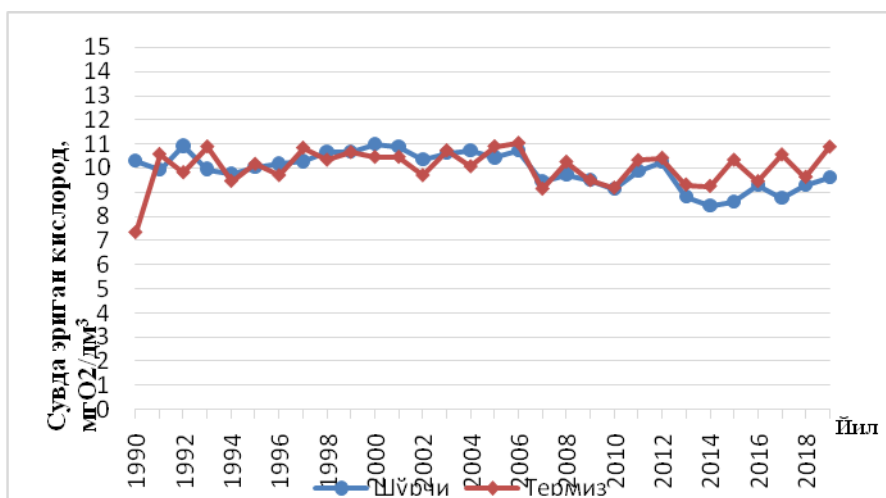
Сурхондарё дарёсида минерализациянинг ойлар бўйича кўпйиллик ўзгаришлари орасидаги фарқ - $C_{\text{макс}}/C_{\text{мин}}$ Шўрчи ва Термиз кузатув пунктлари учун мос равишда 1,80 ва 4,08 ни, (1) формула бўйича ҳисобланган вариация коэффициенти 0,16 ва 0,14 ни ташкил қилади.

Сурхондарё дарёсида дарё оқими бўйлаб минерализациянинг ортиши билан ион таркиби ҳам ўзгаради (1-жадвал). Дарёлар сувидаги асосий ионлар – Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- сувда эриган моддаларнинг 90% гачани ташкил этганлиги сабабли ўрганилаётган сув объектларининг ион таркибини тавсифлаш учун қўлланилади. Таҳлиллар натижаларига кўра, Сурхондарё дарёси сувида оқим бўйлаб анионлардан хлорид ва сульфат миқдори бир неча марта ортади, катионлардан эса натрий ва магний миқдори сезиларли ортади. Фақатгина, гидрокарбонат миқдори дарё оқими бўйлаб деярли ўзгармайди.

Дарёлар сув сифатининг асосий кўрсаткичларидан бири – сувда эриган кислород ҳисобланади, унинг ер усти сувларидаги миқдори $6 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ дан кам бўлмаслиги керак. Сурхондарё дарёсида сувда эриган кислороднинг ўртача йиллик миқдори $7-11 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ ораликда кузатилади.

Сурхондарё дарёсининг умумий органик ифлосланганлигини тавсифлаш учун кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ) ва кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ) кўрсаткичларидан фойдаланилди. Кислороднинг кимёвий истеъмоли (ККИ) сув таркибидаги органик моддаларни оксидловчи моддалар таъсирида кимёвий оксидлаш жараёнида истеъмол қилинган кислород миқдорини билдиради. Кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ₅) сувдаги осон оксидланадиган органик моддалар билан ифлосланишни акс эттиради. Сурхондарё дарёсининг дарё оқими бўйлаб ўртача кўп йиллик ККИ миқдори Шўрчи кузатув пунктида $3,50-11,64 \text{ mgO}/\text{dm}^3$, Термиз кузатув

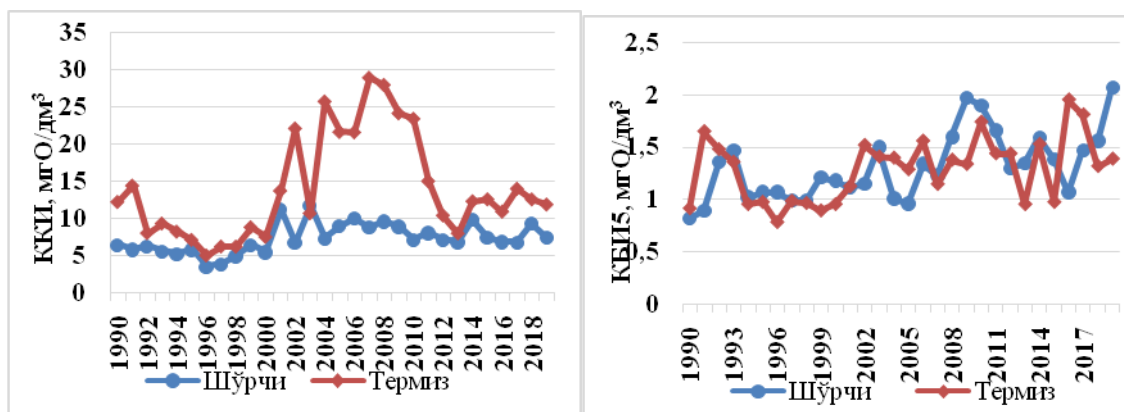
пунктида $5,00-28,94 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ оралиғида, кислороднинг биокимёвий истеъмоли (КБИ₅)нинг ўртача кўп йиллик миқдори мос равишда $0,82-2,07 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ва $0,79-1,95 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ оралиғида кузатилади.



2-расм. Сурхондарё дарёси сувида эриган кислород концентрацияси (1990-2019 йй.)

Рис. 2. Концентрация растворенного кислорода в воде реки Сурхандарья (1990-2019 гг.)

Fig. 2. Concentration of dissolved oxygen in the water of the Surkhondaryo River (1990-2019)

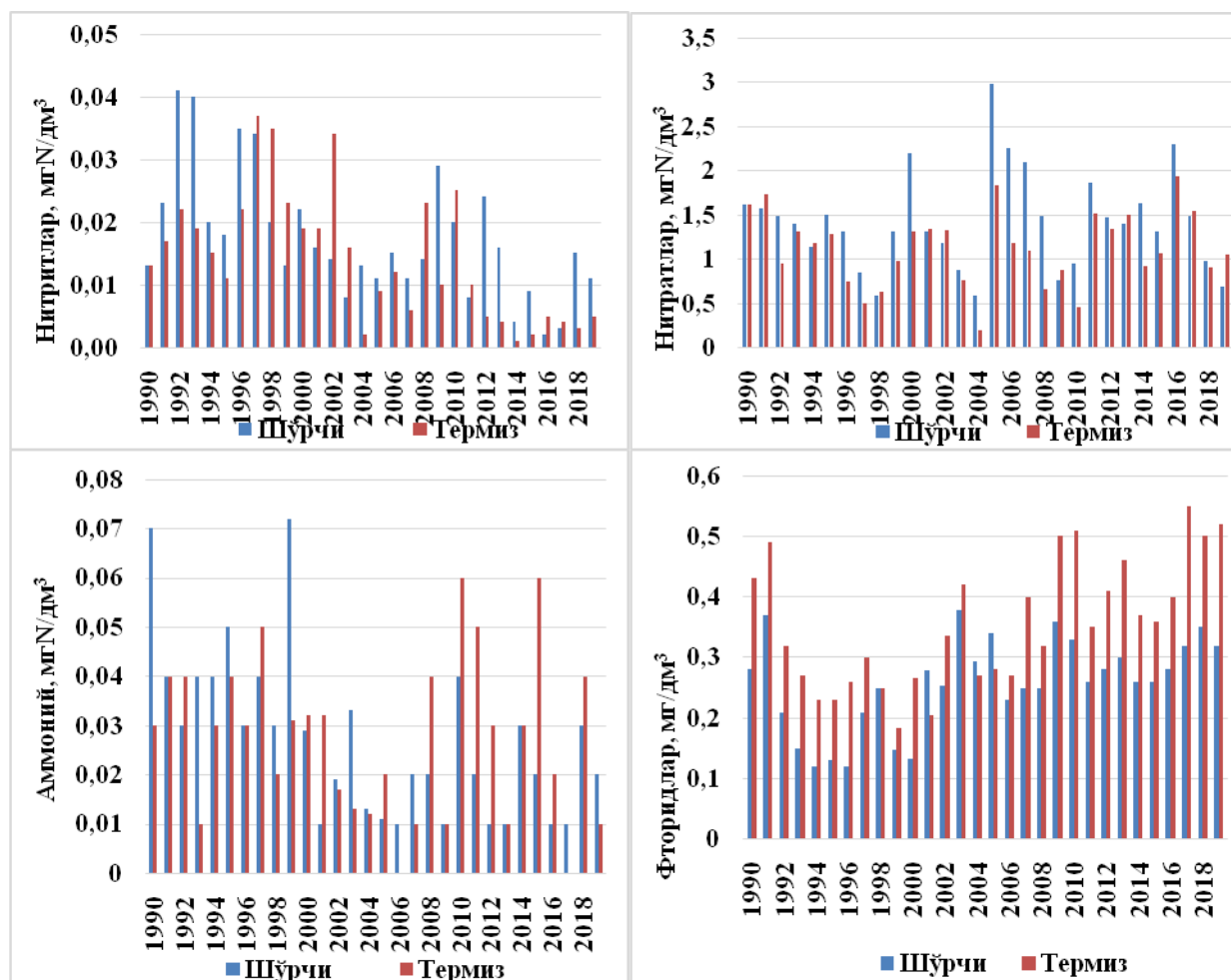


3-расм. Сурхондарё дарёси сувида ККИ ва КБИ кўрсаткичлари (1990-2019 йй.)

Рис. 3. Показатели ХПК и БПК в воде реки Сурхандарья (1990-2019 гг.)

Fig. 3. COD and BOD in the water of the Surkhondaryo River (1990-2019)

Сурхондарё дарёси сувини биоген моддалардан азот бирикмалари (аммоний (NH_4^+), нитрит (NO_2^-) ва нитрат (NO_3^-) ионлари билан ифлосланиши ўрганилганда, дарё сувини нитритлар билан ифлосланиши 1990-2012 йилларда рухсат этилган концентрация (РЭК) дан юқори даражада эканлиги аниқланди (4-расм). Аммоний ва нитратлар бўйича ифлосланиш даражаси юқори эмаслиги кузатилди. Биоген моддалар сифатидаги азот бирикмалари - аммоний, нитритлар ва нитратларнинг дарё сувида тушишининг асосий манбалари саноат, хўжалик-маиший ва қишлоқ хўжалиги оқова сувлари ҳисобланади.



4-расм. Сурхондарё дарёси сувида азот бирикмалари ва фторидларнинг ўртача йиллик миқдори (1990-2019 йй.)

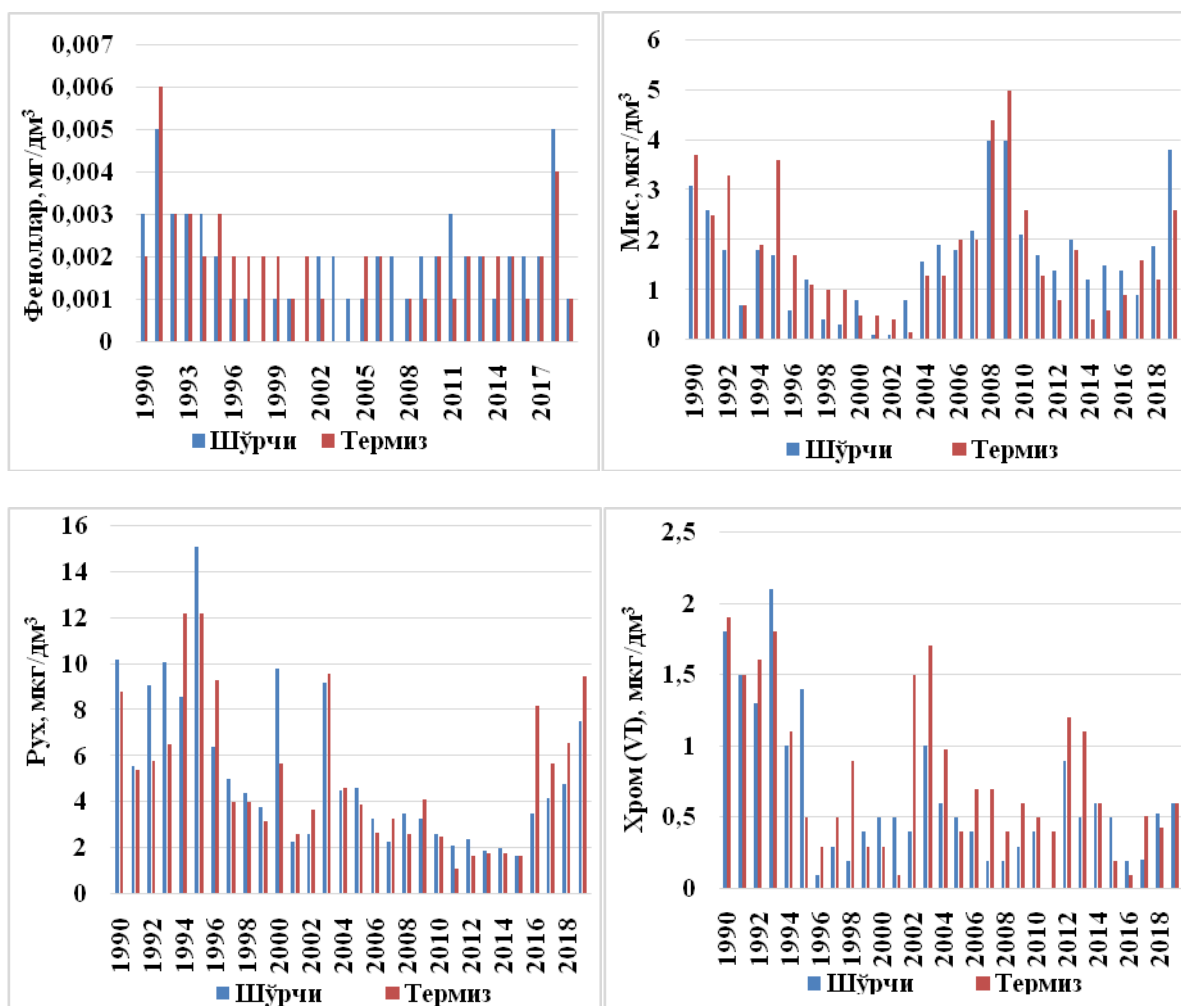
Рис. 4. Среднегодовая концентрация азотных соединений и фторидов в воде реки Сурхондарья (1990-2019гг.)

Fig. 4. Average yearly concentration of nitrogen components and fluorides in the water of the Surkhondaryo River (1990-2019)

Кўп йиллар давомида Сурхондарё вилоятида атроф-муҳитни (атмосфера хавоси, сув, тупроқни) фтор бирикмалари билан ифлосланишини асосий манбаси Тожикистон алюминий заводи, деб ҳисобланган. Сурхондарё дарёси сувидаги фторидларнинг ўртача йиллик миқдорлари РЭЖ ($0,75 \text{ мг/дм}^3$) дан паст миқдорда кузатилади, бироқ Термиз кузатув пунктида унинг миқдори Шўрчи кузатув пунктига нисбатан юқори (4-расм).

Ўзбекистон дарёларида табиий омиллар (тоғ жинсларидаги миқдорининг юқорилиги) сабабли феноллар миқдори РЭЖ ($0,001 \text{ мг/дм}^3$) дан юқори миқдорларда кузатилади, бу ҳолат Сурхондарё дарёси учун ҳам хос (5-расм).

Сўнги йилларда Сурхондарё дарёсида мис миқдори РЭЖ (1 мкг/дм^3)га яқин ва ундан юқори, рух (РЭЖ= 10 мкг/дм^3) ва хром (РЭЖ= 1 мкг/дм^3) нисбатан паст миқдорларда кузатилади (5-расм).



5-расм. Сурхондарё дарёси сувида феноллар ва оғир металлларнинг ўртача йиллик миқдори (1990-2019 йй.)

Рис. 5. Среднегодовая концентрация фенолов и тяжелых металлов в воде реки Сурхондарья (1990-2019 гг.)

Fig.5. Average yearly concentration of phenols and heavy metals in the water of the Surkhondaryo River (1990-2019)

Юқорида келтирилганидек, республикада сув сифатини комплекс баҳолаш учун сувнинг ифлосланиш индексида (СИИ) фойдаланилади. СИИ бўйича сувлар етти синфга ажратилади: I синф – тоза сувлар, II синф – кучсиз ифлосланган, III синф – қисман ифлосланган, IV синф – кам ифлосланган, V синф – ифлосланган, VI синф – ифлос ва VII синф – жуда ифлос сувлар [Национальный доклад, 2013].

Дарёнинг Шўрчи ва Термиз кузатув пунктларида сув сифати 1990-2019 йиллар давомида СИИ бўйича II (кучсиз ифлосланган) синфдан III (қисман ифлосланган) синф оралиғида ўзгаради. Шўрчи пунктида сўнги 2018-2019 йилларда, Термиз пунктида эса сўнги 2017-2019 йилларда сув сифати III синфга мос келиши аниқланди.

Сурхондарё дарёси оқими бўйлаб сув сифатига антропоген таъсирнинг ортишини баҳолаш учун Шўрчи ва Термиз кузатув пунктларидаги маълумотлар дарёнинг юқори оқимидаги (Қоратоғ дарёсининг қуйилиш қисмидаги кузатув пункти) маълумотлар билан солиштирилди. Таҳлиллар дарёнинг юқори қисмига нисбатан Шўрчи ва Термиз кузатув

пунктларида минерализация мос равишда 1,6 ва 2,8 мартага, органик ифлосланиш (ККИ бўйича) 1,5 ва 2,8 мартага ортганини кўрсатди.

2-жадвал

Сурхондарё дарёси сувининг ифлосланиш даражаси, СИИ (1990-2019 йй.)

Таблица 2

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

Table 2

Water contamination degree of the Surkhondaryo River, WPI (1990-2019)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Шўрчи	1,63 Ш	1,86 Ш	1,53 Ш	1,53 Ш	1,34 Ш	1,26 Ш	0,87 II	0,90 II	0,78 II	0,74 II	0,84 II	0,29 II	0,71 II	1,03 II	0,76 II
Термиз	1,62 Ш	2,03 Ш	1,68 Ш	1,31 Ш	1,20 Ш	1,66 Ш	1,16 Ш	1,21 Ш	1,46 Ш	1,12 Ш	0,90 II	0,93 II	1,04 II	1,02 II	1,04 II
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Шўрчи	0,90 II	0,98 II	1,11 Ш	1,98 Ш	1,48 Ш	1,18 Ш	1,22 Ш	0,94 II	1,16 Ш	0,79 II	0,90 II	1,05 II	0,86 II	1,66 Ш	1,30 Ш
Термиз	1,10 Ш	1,41 Ш	1,15 Ш	1,62 Ш	1,61 Ш	1,42 Ш	0,86 II	0,97 II	1,18 II	0,87 II	0,97 II	0,83 II	1,11 Ш	1,47 Ш	1,20 Ш

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

Хулоса. Сурхондарё дарёси сув сифатининг асосий кўрсаткичларини 1999-2019 йиллардаги маълумотлари таҳлили асосида дарё оқими бўйлаб минерализация, асосий анион ва катионлар, органик ифлосланишлар миқдори ортиши аниқланди. Дарёнинг куйи қисмида ифлосланишлар асосан коммунал маиший, саноат ва қишлоқ хўжалик оқаваларининг дарёга ташланиши сабабли содир бўлади. Сурхондарё дарёсига антропоген таъсирнинг ортиши дарё оқими бўйлаб сув сифатини ёмонлашишига олиб келмоқда.

Муаллифлар ҳиссаси. **Б.Э.Нишон:** Мақола ғояси, методология, таҳлил, матнни ёзиш, раҳбарлик. **И.Р.Разикова:** Маълумотларни тўплаш, таҳлил қилиш, графикларни тузиш, матнни ёзиш. Барча муаллифлар қўлёзманинг нашр этилган шакли билан танишдилар ва ўз розиликларини бердилар.

АДАБИЁТЛАР

Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 444 с.

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

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

Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 166 с.

Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: Госкомгидромет, 1988. – 12 с.

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

Рубинова Ф.Э., Куропатка Л.М. Гидрохимический режим Кафирнигана и Сурхондарья и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности // Труды САНИИ Госкомгидромета. – Москва: Гидрометеоиздат, 1980. – Вып. 77(158). – С.103-107.

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

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 692 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ СУРХАНДАРЬЯ

Б.Э. НИШОНОВ¹, И.Р. РАЗИКОВА¹¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, bnishonov@mail.ru

Аннотация. В статье анализированы современные изменения качества воды реки Сурхандарья. На основе многолетних (1990-2019гг.) данных пунктов наблюдения качества воды Шурчи и Термез на реке Сурхандарья исследованы месячные, внутригодовые и многолетние изменения минерализации, органического загрязнения, биогенных веществ, фторидов, тяжелых металлов. Выявлено повышение содержания этих компонентов в воде в нижнем течении реки.

Ключевые слова: качество воды, минерализация, органическое загрязнение, БПК, ХПК, биогенные вещества, фториды, тяжелые металлы, река Сурхандарья.

CONTEMPORARY CHANGES OF THE SURKHANDARYA RIVER WATER QUALITY

B.E. NISHONOV¹, R.I. RAZIKOVA¹¹ Hydrometeorological Research Institute, bnishonov@mail.ru

Abstract. The article analyzes contemporary changes in the water quality of the Surkhondaryo River. Based on long-term (1990-2019) data from the water quality observation points of Shurchi and Termez on the Surkhondaryo River, monthly, intra-annual and multi-year changes in mineralization, organic pollution, biogenic substances, fluorides, heavy metals were investigated. Increasing of these components content in the water in the lower reaches of the river was revealed.

Keywords: water quality, mineralization, organic pollution, BOD, COD, biogenic substances, fluorides, heavy metals, Surkhondaryo River.

REFERENCES

- Alekin O.A. Osnovi gidroximii. [Basics of hydrochemistry]. – L.: Gidrometeoizdat, 1970. – 444 p. (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)
- Natsionalniy doklad o sostoyanii okrujayushey sredi i ispolzovanii prirodnix resursov Respubliki Uzbekistan [National report on state of the environment and use of the natural resources of the Republic of Uzbekistan]. Eds. N.M.Umarov. – Tashkent: Chinor ENK, 2013. – 256 p. (in Russian)
- Metodicheskiyi rekomendasii po uchetu vliyaniya xozyaystvennoy deyatelnosti na stok malix rek pri gidrologicheskix raschetax dlya vodoxozyaystvennogo proyektirovaniya [Methodological recommendations to take into account the impact of economic activity on the flow of small rivers in hydrological calculations for water management design]. – L.: Gidrometeoizdat, 1986. – 166 p. (in Russian)
- Metodicheskiyi rekomendasii 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 p. (in Russian)
- Rubinova F.E., Ivanov Yu.N. Kachestvo vodi rek basseyna Aralskogo moray i yego izmeneniye pod vliyaniem xozyaystvennoy deyatelnosti [Water quality of the rivers of the Aral Sea basin and its change under the influence of economic activity]. – Tashkent: NIGMI. 2005. – 185 p. (in Russian)
- Rubinova F.E., Kuropatka L.M. Gidroximicheskij rejim Kafirnigana i Surxandar'i i yego izmeneniye pod vliyaniem xozyaystvennoy deyatelnosti [Hydrochemical regime of Kafirnigan and Surhandarya and its change under the influence of economic activity] // Proceedings of SANII of the Goskomgidromet. – Moskva: Gidrometeoizdat, 1980. V. 77(158). – PP. 103-107. (in Russian)

Chub V.E. Izmeneniye klimata i yego vliyaniye na gidrometeorologicheskiyi protsessi, agroklimaticheskiyi i vodniyi resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on the hydrometeorological processes, agroclimatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: NIGMI. 2007. – 132 p. (in Russian)

Shults V.L. Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1965. – 692 p. (in Russian)

ШАРҲЛАР**ОБЗОРЫ****REVIEWS**

УДК 577.472+551.493

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОТОКОВ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ
В 2019-2020 ГОДАХ****Л.А. САИДМАХМУДОВА^{1*}, В.Н. ТАЛЬСКИХ¹, О.Д. ГЕРАСИМОВА¹,
Г.К. ИШЧАНОВА¹**¹ Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, lsaidmakhmudova@mail.ru

Аннотация. В обзоре приведена пространственная характеристика экологического состояния водных объектов Ташкентской области на основе таксономического анализа выбранных индикаторных биоценозов. Полученная по результатам гидробиологического мониторинга информация свидетельствует о том, что в наибольшей степени биоценозы меняются ниже крупных источников загрязнения и населенных пунктов, на участках рек, протекающих через сельскохозяйственные зоны, а также на устьевых участках. Во всех контролируемых водных объектах наибольшего количественного развития биоценозы достигают в конце лета – начале осени, т.е. в “разгар биологического лета”.

Ключевые слова: Ташкентская область, гидробиологический мониторинг, биоценоз, перифитон, зообентос, биотический перифитонный индекс Тальских, индекс сапробности, модифицированный биотический индекс Булгакова.

Введение. Гидробиологический мониторинг проводится с целью получения гидробиологической информации о составе и структуре водных биоценозов, что позволяет непосредственно оценить состояние водной биоты, как элемента водных экосистем, находящихся под влиянием как естественных сезонных, так и антропогенных факторов (загрязнение, зарегулирование стока и др.), оценить качество поверхностных вод и их экологическое состояние по биологическому отклику водных биоценозов по типу “доза-ответная реакция”. В качестве приоритетных индикаторных биоценозов используются перифитон и зообентос, являющиеся наиболее информативными биологическими образованиями в условиях быстротекущих водотоков контролируемого региона.

Основная часть. В настоящее время регулярным гидробиологическим мониторингом охвачены основные водотоки Ташкентского оазиса: реки Чирчик и Ахангаран, и их притоки, а также магистральный канал Бозсу, забирающий воду из р. Чирчик ниже г. Газалкента и питающий правобережные каналы Карасу и Салар, протекающие по территории г. Ташкента. Кроме того, регулярно отбираются гидробиологические пробы в реке Сырдарья, в створе ниже впадения коллектора ГПК-С, который является замыкающим на территории Узбекистана перед впадением реки Сырдарья в Чардарьинское водохранилище на территории Казахстана. Верхние створы наблюдений Узгидромета в реке Сырдарья (выше и ниже г. Бекабада) из-за их удаленности обследуются эпизодически. Осуществляются регулярные фоновые гидробиологические

* Ответственный автор: lsaidmakhmudova@mail.ru, тел.: +998 90 131-26-73

наблюдения в Чаткальском заповеднике на реке Кызылсай (Бошкызылсай) в створе выше гидрометеорологического поста.

Совокупность пунктов и створов наблюдений охватывает различные по уровню загрязнения участки водотоков (фоновые участки, ниже источников загрязнения, зоны самоочищения, устьевые участки) и характеризует современное гидробиологическое состояние обследованных водосборных бассейнов.

Расположение створов гидробиологического мониторинга приведено на рис.1. Для удобства указаны только трехзначные номера пунктов с указанием последовательности расположения створов с помощью букв (а, б, в ...).

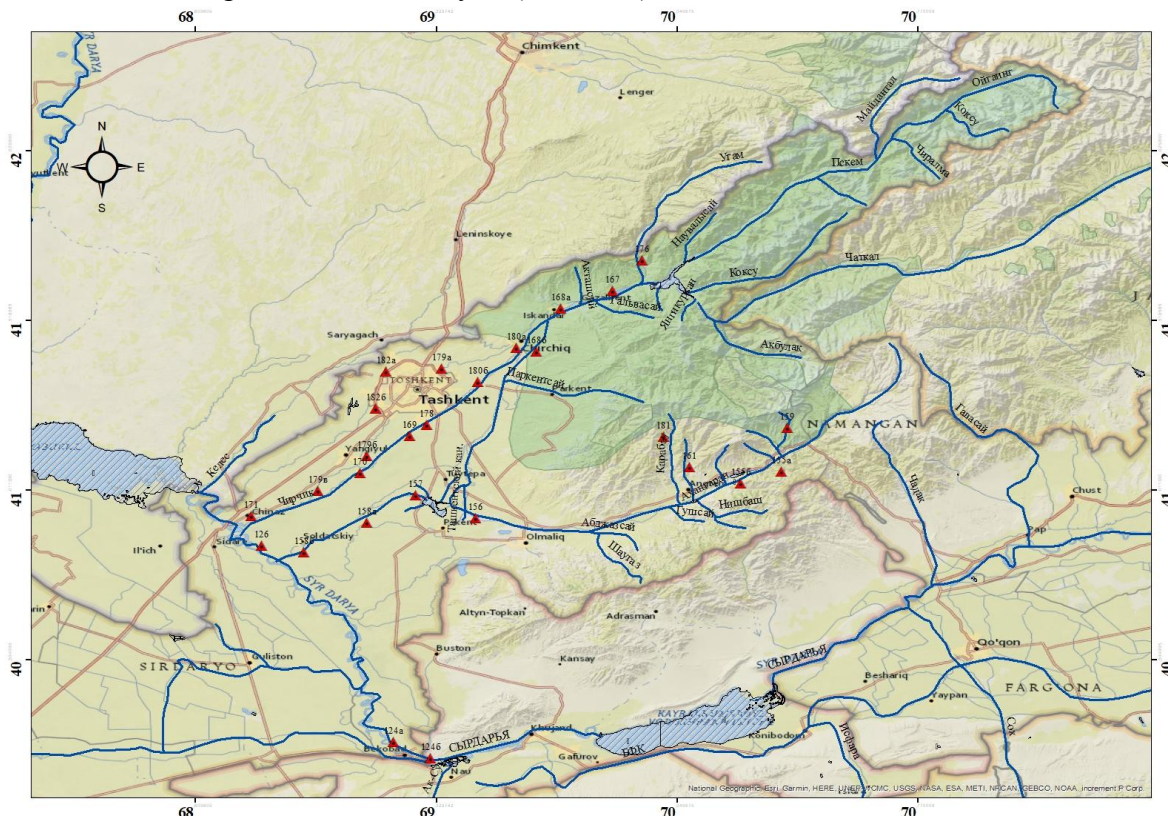


Рис. 1. Карта-схема гидробиологической сети наблюдений Узгидромета

Fig. 1. Map-diagram of the hydrobiological observation network of Uzhydromet

Результаты проведенного таксономического анализа состава и структуры приоритетных биоценозов формализовали в виде стандартных сапробиотических индексов в цифровом формате или в виде буквенных символов. При этом использовали: для перифитона – биотический перифитонный индекс Тальских (БПИ), специально разработанный в Отделе гидробиологического мониторинга УМЗ и адаптированный к региональным особенностям рек Центральной Азии, а также индекс сапробности (ИС) Пантле и Букка в модификации Сладечека; для зообентоса – модифицированный биотический индекс Булгакова (МБИ), адаптированный к условиям Центральной Азии, биотический индекс Вудивиса. Методология расчета этих формальных сапробиотических индексов приводится в соответствующих методических рекомендациях и руководствах [Руководство по..., 1992; Рекомендации, 1997; Тальских, 2021], а их соответствие классу качества воды и экологическому состоянию приведены в табл. 1.

Результаты мониторинга. В соответствии с изменением экологической структуры биоценозов по длине водотоков на их различных участках закономерно изменяются формальные индексы (ИС, БПИ, МБИ), интегрально характеризующие качество воды и экологическое состояние водных объектов на разных участках, что отражено на рис. 2-7.

Информация за 2020 год приводится в сравнении с предыдущим 2019 годом. В связи с принятыми в 2020 году карантинными мерами мониторинг на некоторых пунктах не проводился.

Таблица 1

Классификатор качества и экологического состояния водотоков по значениям формальных сапробиотических индексов

Table 1

Classifier of the quality and ecological state of watersheds according to the values of formal saprobic indices

Класс воды	Качество воды	Значение ИС, сапробность	Значения БПИ (МБИ)	Экологическое состояние биоценоза	Код экологического состояния
I	Очень чистые воды	< 1,0 х - ксено	10-9 (10)	Фоновое (эталонное)	АБ (Ф)
II	Чистые воды	1,1-1,5 о - олиго	8-7 (9-7)	Фоновое (хорошее)	АБ (Ф)
III	Умеренно загрязненные воды	1,6-2,3 в- бета	6-5	Удовлетворительное	АБ
III-IV	Переходный класс	2,4-2,5 в-а-бета-альфа	4,5	Переходное состояние	АБ-Аб
IV	Загрязненные воды	2,6-3,0 а-альфа	4	Неудовлетворительное	Аб
V	Грязные воды	3,1-4,0 а-р-альфа-поли	3-2	Плохое	Аб
VI	Очень грязные воды	> 4,0 р-поли	1-0	Недопустимое	аб

Бассейн реки Ахангаран. Река Кызылча (159) относится к горно-лесной зоне и представляет собой типичный горный ручей с чередованием перекаатов, водопадов и заводей. Значения ИС – 1,39-1,50, БПИ – 7-8 и МБИ – 7 баллов, качество воды соответствует II классу, экологическое состояние - АБ(Ф).

Река Дукантсай в пункте наблюдений (161) относится к горно-предгорной зоне и представляет собой типичный горный сай. Значения ИС – 1,47-1,56, БПИ и МБИ – 7 баллов, качество воды оценивается II классом, экологическое состояние АБ (Ф).

В реке Ахангаран по составу и структуре водных биоценозов выделены условно четыре участка: верхний фоновый участок (выше г. Ангрена) (155а); переходный участок (ниже г. Ангрена) (155б); участок от Туябугузского водохранилища до поселка Дустобод (156, 157, 158а); устьевой участок (158б).

В верхнем фоновом участке (155а) река является типичным горным потоком. Значения ИС – 1,47-1,56, БПИ и МБИ – 7 баллов, качество воды оценивается II классом, экологическое состояние АБ (Ф).

Ниже г. Ангрена сток р. Ахангаран зарегулирован. Скорость течения замедляется, вода приобретает серо-зеленый оттенок, увеличивается ее мутность за счет глинисто-песчаных фракций грунтов. В створе переходного участка качество воды изменяется от II до переходного II-III класса. Значения БПИ – 6,5-8 и МБИ – 5-8 баллов, ИС – 1,30-1,77, экологическое состояние – АБ. Третий участок является типично равнинным. Качество воды здесь соответствует III классу. Значения БПИ – 4-6 и МБИ – 5-6 баллов, ИС – 1,69-2,08, экологическое состояние – АБ.

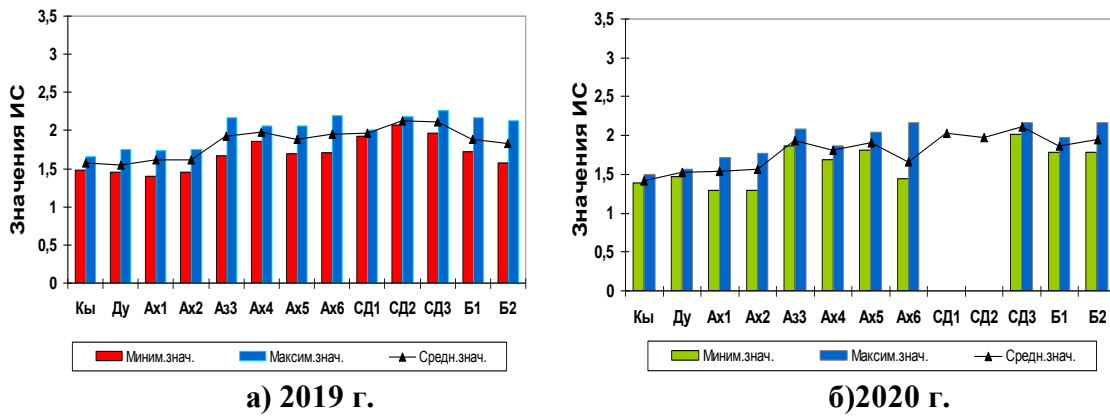


Рис. 2. Изменение значений ИС на контролируемых створах в 2019-2020 гг.

Fig. 2. Change of IP values at monitored sections in 2019-2020.

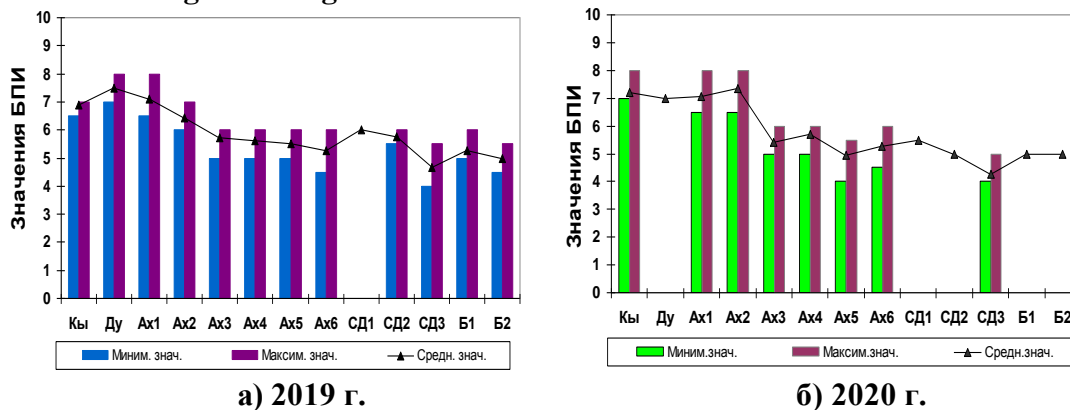


Рис. 3. Изменение значений БПИ на контролируемых створах в 2019, 2020 гг.

Fig. 3. Change of BPI values at monitored sections in 2019, 2020

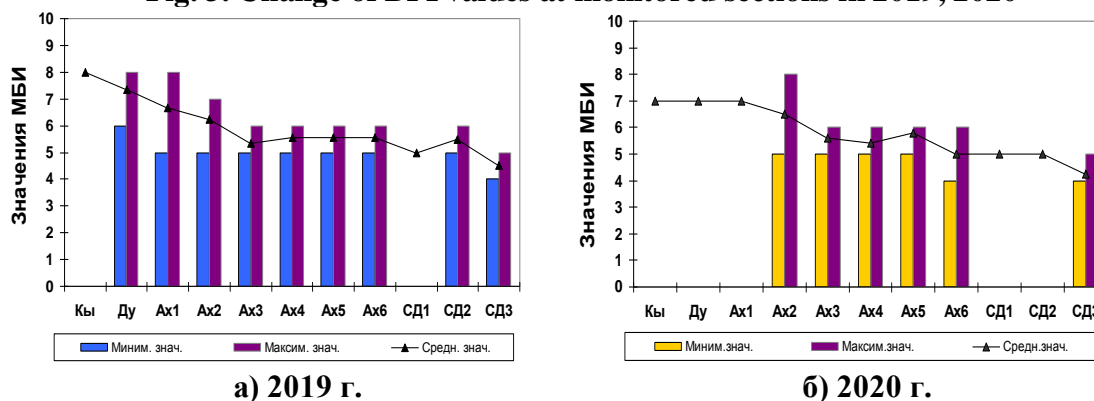


Рис. 4. Изменение значений МБИ на контролируемых створах в 2019, 2020 гг.

Fig. 4. Change of MBI values at monitored sections in 2019, 2020

Условные обозначения створов мониторинга на соответствующих тематических графиках для рис. 2-4

Кы – р.Кызылча, Ду – Дукантсай, Ах1 – р.Ахангаран– выше устья р.Иерташ, Ах2 – р.Ахангаран ниже г.Ангрен, Ах3 - р.Ахангаран перед впадением в Туябугузское вдхр., Ах4 – р.Ахангаран – нижний бьеф Туябугузского вдхр., Ах5 – р.Ахангаран – пгт. Дустобод, Ах6 – р.Ахангаран – устье, СД1 – р.Сырдарья – выше г.Бекабад, СД2 – р.Сырдарья – ниже г.Бекабад, СД3 – р.Сырдарья – ниже кол-ра ГПК-С, Б1 – кан.Бозсу – выше г.Ташкент, Б2 – кан.Бозсу – ниже г.Ташкент.

На четвертом замыкающем участке, принимающем коллекторно-дренажный сток с орошаемых сельхозугодий, заметно развиваются солонатоводные виды организмов, указывающие на повышенную минерализацию воды. Качество воды соответствует III и

переходному III-IV классу, значения БПИ – 4,5-6 и МБИ – 4-6 баллов, ИС – 1,45-2,16, экологическое состояние – АБ или АБ-Аб.

В целом в бассейне р. Ахангаран в зоне формирования стока (р.Кызылча, р.Дукантсай, верхний участок р. Ахангаран) средние значения ИС изменяются в пределах 1,42-1,54, что соответствует уровню о-б-мезосапробности. Для этих же водных объектов характерны и наиболее высокие значения БПИ – 6,5-8 и МБИ – 7 баллов, II класс качества воды, что соответствует естественной структуре биоценозов в зоне формирования стока (рис.2-4).

На 2-4 участках с продвижением к устьевому участку исходная структура водных биоценозов претерпевает незначительные изменения, средние значения ИС возрастают от 1,57 до 1,94, что соответствует уровню б-мезосапробности. Значения БПИ – 4-8 и МБИ – 5-8 баллов изменяются от II до III класса качества воды.

Таким образом, для бассейна р. Ахангаран в качестве фоновых водотоков можно определить р. Кызылча, р.Дукантсай и верхний участок р. Ахангаран.

Бассейн реки Чирчик. Для бассейна реки Чирчик в качестве фоновых створов можно выделить р.Бошкызылсай, р.Угам и верхний участок р.Чирчик, относящиеся к зоне формирования стока. Для этих фоновых водотоков средние значения ИС – 1,50-1,64, что относит их к о-б-мезосапробной зоне. Значения БПИ и МБИ высокие – 6,5-9 и 5-9 баллов и изменяются от I до III класса качества воды (рис.5-7).

Река Бошкызылсай протекает по территории Чаткальского заповедника, представляет собой типичный горный поток с большой амплитудой колебаний расходов воды в течение года. Створ наблюдений приурочен к горно-лесному поясу (181). Внутригодовые циклические изменения структуры перифитона р. Бошкызылсай на режимном пункте выше гидрометеорологического поста не выходили за пределы, установленные в предыдущем году, и многолетними наблюдениями. Значения ИС – 1,28-1,73, БПИ и МБИ – 7-9 баллов, качество воды изменяется от I до II класса; экологическое состояние – АБ(Ф).

Река Угам в створе наблюдений в предустьевом участке (176), относится к горно-предгорной зоне, где река представляет собой типичный горный поток. Значения ИС – 1,49-1,78, БПИ – 6,5-8 баллов, МБИ – 5-8 баллов, качество воды изменяется от II до III класса; экологическое состояние – АБ(Ф).

Для реки Чирчик, в зависимости от состава водных биоценозов, выделены условно три участка: верхний участок (выше г. Газалкента) отнесен к категории фоновых (167); зона умеренного загрязнения (участок от г. Чирчика до п. Новомихайловка) (168а,б, 169, 170, 178); устьевой участок (г. Чиназ) (171).

В верхнем фоновом участке река характеризуется быстрым течением, пониженной температурой воды, каменисто-галечниковыми грунтами. Качество воды изменяется от II до III класса, значения БПИ – 6,5-8 баллов, МБИ – 6 баллов, ИС – 1,22-1,83; экологическое состояние – АБ(Ф)-АБ.

На втором участке (зона умеренного загрязнения) качество воды оценивается III и переходным III-IV классами, значения БПИ – 4,5-6 и МБИ – 4-6 баллов, ИС – 1,49-2,53; экологическое состояние – АБ. Этот участок в основном характеризуется более высоким уровнем трофности и хорошим развитием водных биоценозов на протяжении всего периода наблюдений, в которых развиваются как горные, так и широко распространенные виды организмов, при этом последние преобладают в летне-осенний период.

В устьевом участке р.Чирчик состав водных сообществ указывает на повышение общей минерализации воды, что особенно заметно в летне-осенний период. Уровень трофности здесь также возрастает по сравнению с верхними створами. Качество воды изменяется от III до IV класса. Значения БПИ – 4,5-5 и МБИ – 4-5 баллов, ИС – 1,89-2,18, экологическое состояние АБ или переходное АБ-Аб.

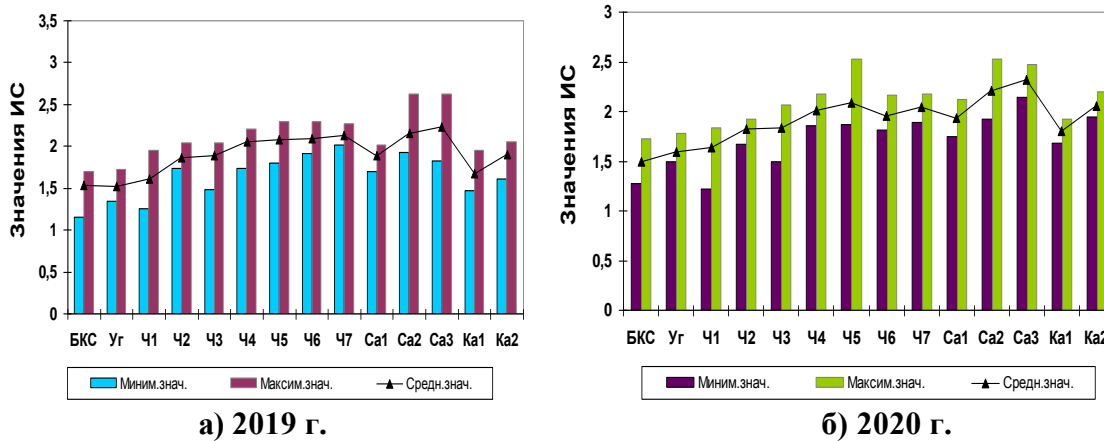


Рис. 5. Изменение значений ИС на контролируемых створах в 2019-2020 гг.

Fig. 5. Change of IP values at monitored sections in 2019-2020.

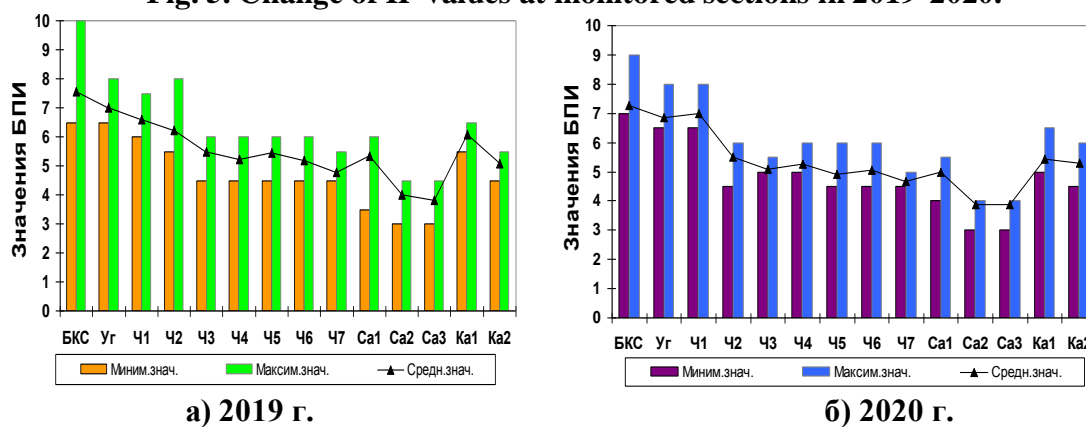


Рис. 6. Изменение значений БПИ на контролируемых створах в 2019-2020 гг.

Fig. 6. Change of BPI values at monitored sections in 2019-2020.

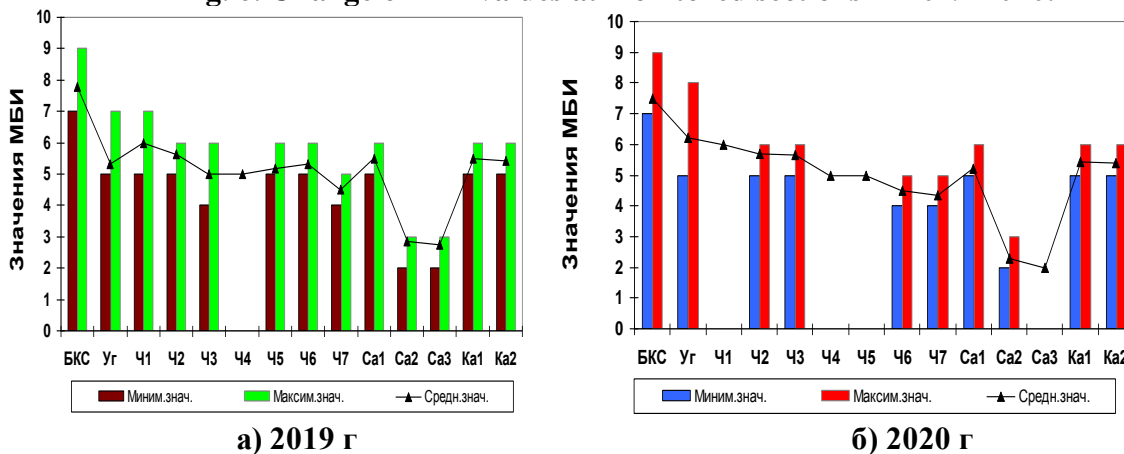


Рис. 7. Изменение значений МБИ на контролируемых створах в 2019-2020 гг.

Fig. 7. Change of MBI values at monitored sections in 2019-2020.

Условные обозначения створов мониторинга на соответствующих тематических графиках для рис. 5-7

БКС – р.Бошкызылсай – выше ГМП, Уг – р.Угам – устье, Ч1 – р.Чирчик – выше г.Газалкент, Ч2 – р.Чирчик – выше г.Чирчик, Ч3 – р.Чирчик – ниже г.Чирчик (Троицкий створ), Ч4 – р.Чирчик – ниже г.Ташкент, Ч5 – р.Чирчик – выше г.Янгиюль, Ч6 – р.Чирчик – пос.Новомихайловка, Ч7 – р.Чирчик – г.Чиназ (устье), Са1 – кан.Салар - выше г.Ташкент, Са2 – кан.Салар – ниже г.Ташкент, Са3 – кан.Салар – ниже г.Янгиюль, Ка1 – кан.Карасу – выше г.Ташкент, Ка2 – кан.Карасу – ниже г.Ташкент.

С продвижением к устьевому участку р. Чирчик и увеличением уровня загрязнения, также как и в р. Ахангаран, средние значения ИС закономерно возрастают, а БПИ и МБИ снижаются. В устьевом участке р. Чирчик среднее значение ИС достигает 2,04, БПИ и МБИ снижаются до 4-5 баллов, что соответствует «зоне переходного экологического состояния».

В бассейне реки Чирчик наиболее высокие средние значения ИС – 2,21 и 2,32 и низкие значения БПИ - 3-4 и МБИ – 2-3 баллов характерны для канала Салар – ниже г.Ташкента (179б) и г.Янгиюля (179в), качество воды в котором опускается до V класса, а экологическое состояние характеризуется как неудовлетворительное (Аб).

В канале Карасу средние значения ИС возрастают от верхнего участка выше г.Ташкента (180а) к нижнему участку ниже города (180б) – 1,80–2,05. Значения БПИ – 4,5-6,5 и МБИ – 5-6 баллов, что соответствует III классу качества воды, экологическое состояние – АБ.

В реке Сырдарья по состоянию водных биоценозов выделены два участка: 1 – зона выше и ниже г. Бекабада (124 а, б); 2 – зона влияния стоков сельхозугодий – ниже коллектора ГПК-С (126). В целом, для р.Сырдарья характерны спокойное течение и повышенная мутность воды за счет минеральных глинистых взвесей, вымываемых из рыхлых песчано-глинистых донных отложений, являющихся наиболее типичными грунтами реки. С продвижением от верхнего к замыкающему устьевому участку, средние значения ИС возрастают от 1,97 до 2,11, характеризующие б-мезосапробные условия. В связи с повышением уровня трофности и засоленности воды в замыкающем участке р.Сырдарья значения БПИ и МБИ снижаются до 4-5 баллов, а качество воды соответствует переходному III-IV классу, экологическое состояние также переходное – АБ-Аб.

В верхнем и нижнем створах канала Бозсу средние значения ИС – 1,87 и 1,95, БПИ – 5 баллов, качество воды соответствует III классу и б-мезосапробной зоне, экологическое состояние удовлетворительное – АБ.

В 2020 году, как следует из диаграмм формальных сапробиотических индексов, представленных на рис. 2-7, существенных изменений в составе и структуре водных биоценозов и качестве воды по сравнению с предыдущим 2019 годом не отмечено.

Заключение. Полученная по результатам гидробиологического мониторинга информация свидетельствует о том, что антропогенные факторы, в особенности загрязнение, вызывают различные по глубине изменения в составе, структуре водных биоценозов, т.е. экологически значимые ответные реакции, свидетельствующие об антропогенных изменениях в контролируемых водных объектах. В наибольшей степени биоценозы меняются ниже крупных источников загрязнения и населенных пунктов, на участках рек, протекающих через сельскохозяйственные зоны, а также на устьевых участках.

Стабильно высокое и хорошее качество воды характерно для фоновых водотоков зоны формирования поверхностного стока, не подверженных прямому антропогенному влиянию, например, для р.Бошкызылсай на территории Чаткальского биосферного заповедника, где изменения гидробиологических показателей имеют естественную природу и зависят в основном от динамики климатических факторов. Формальные гидробиологические индексы ИС, БПИ, МБИ не выходят за пределы многолетних колебаний.

Во всех контролируемых водных объектах наибольшего количественного развития биоценозы достигают в конце лета – начале осени, т.е. в “разгар биологического лета”.

Антропогенное загрязнение вызывает изменения в составе и структуре водных сообществ, выражающиеся в смене доминантных комплексов организмов, упрощении экологической структуры, появлении в составе доминантов высокосапробных видов. В

очень грязных водах происходит деградация исходных речных биоценозов, что наблюдалось и в предыдущие годы в нижних створах канала Салар.

Влияние минерализованных коллекторно-дренажных вод проявилось в нижнем течении обследованного участка р.Сырдарья в пределах Ташкентской области, а также в устьевых участках рек Чирчик и Ахангаран. В водных биоценозах этих водотоков, наряду с эврибионтными видами организмов, развиваются также солоноватоводные формы.

В последние годы наметилась тенденция исчезновения из биоценозов перифитона и зообентоса в р. Угам (устье) и в р.Чирчик (выше Газалкента) характерных фоновых видов – индикаторов х-, х-о- и о-сапробных вод, соответствующих высокому качеству воды.

ЛИТЕРАТУРА

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Под ред. В.А.Абакумова. – С-Пб.: Гидрометеоздат, 1992. – 318 с.

РУз 52.25.32-97. Рекомендации. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии. – Ташкент, 1997. – 67 с.

Тальских В.Н. Применение характеристик биоразнообразия биогидроценозов в гидробиологическом мониторинге водотоков и водоемов бассейна Аральского моря для оценки их экологического состояния (Гидробиологический очерк и методические рекомендации). Узгидромет/НИГМИ. – Ташкент: “RedGrey“, 2021.– 158 с.

ТОШКЕНТ ВИЛОЯТИДАГИ СУВ ҲАВЗАЛАРИНИНГ 2019-2020 ЙИЛЛАРДАГИ ЭКОЛОГИК ҲОЛАТИ

Л.А. САИДМАХМУДОВА¹, В.Н. ТАЛЬСКИХ¹, О.Д. ГЕРАСИМОВА¹,
Г.К. ИШЧАНОВА¹

¹ Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази, lsaidmakhmudova@mail.ru

Аннотация. Мақолада танланган индикатор биоценозларнинг таксономик таҳлили асосида Тошкент вилоятининг сув ҳавзаларининг экологик ҳолатининг фазовий хусусиятлари келтирилган. Гидробиологик мониторинг натижалари бўйича олинган маълумотлар биоценозлар йирик ифлосланиш манбалари ва аҳоли пунктларидан қуйида, қишлоқ хўжалиги ҳудудлари орқали оқиб ўтадиган дарё қисмларида, шунингдек, дарёнинг қуйи қисмларида юқори даражада ўзгаришини кўрсатади. Барча назорат қилинадиган сув ҳавзаларида биоценозларнинг юқори даражада ривожланиши ёз охирида - кузнинг бошланишида, яъни “биологик ёзнинг ўртасида” кузатилади.

Калит сўзлар: Тошкент вилояти, гидробиологик мониторинг, биоценоз, перифитон, зообентос, Тальских биотик перифитон индекси, сапроблик индекси, Булгаков модификацияланган биотик индекси.

**ENVIRONMENTAL STATE OF WATERSHEDS IN TASHKENT REGION
IN 2019-2020****L.A. SAIDMAKHMUDOVA¹, V.N.TALSKIKH¹, O.D. GERASIMOVA¹,
G.K. ISHCHANOVA¹**¹Center of the Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan, Isaidmakhmudova@mail.ru

Abstract. *The review presents a spatial characteristic of the ecological state of water bodies of the Tashkent region based on taxonomic analysis of selected indicator biocenoses. The information obtained from hydrobiological monitoring indicates that biocenoses are most likely to change below major sources of pollution and human settlements, in sections of rivers flowing through agricultural zones, as well as in estuary areas. In all controlled water bodies, biocenoses achieve the greatest quantitative development in late summer and early autumn, i.e. “in the midst of biological summer”.*

Key words: *Tashkent region, hydrobiological monitoring, biocenosis, periphyton, zoobenthos, Talskykh’s biotic periphyton index, saprobity index, modified Bulgakov’s biotic index.*

REFERENCES

Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem [Guidelines for Hydrobiological Monitoring of Freshwater Ecosystems]. Eds. V.A. Abakumov. – S-Pb.: Gidrometeoizdat, 1992. – 318 p. (in Russian)

RUz 52.25.32-97. Rekomendatsii. Metody gidrobiologicheskogo monitoring vodnykh ob'yektov regiona Tsentral'noy Azii [Recommendations. Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in the Central Asian region]. – Tashkent, 1997. – 67 p. (in Russian)

Tal'skikh V.N. Primeneniye kharakteristik bioraznoobraziya biogidrotsenozov v gidrobiologicheskom monitoring vodotokov I vodoyemov basseyna Aral'skogo moray dlya otsenki ikh ekologicheskogo sostoyaniya (Gidrobiologicheskiy ocherk i metodicheskiye rekomendatsii) [Application of biodiversity characteristics of biohydrocenoses in hydrobiological monitoring of streams and water bodies of the Aral Sea basin to assess their ecological state (Hydrobiological sketch and guidelines)]. Uzhymet/NIGMI. – Tashkent: “Red Gray“, 2021. – 158 p. (in Russian)

ХОТИРА ВА ЮБИЛЕЙЛАР

ХРОНИКА И ЮБИЛЕИ

CHRONICLE AND ANNIVERSARIES



АЪЛО КАЮМХОДЖАЕВИЧ АБДУЛЛАЕВ (1941-2020)

(к 80-летию со дня рождения)

5 июля 2021 года Аъло Каюмходжаевичу Абдуллаеву – крупному учёному, доктору географических наук, профессору, внёсшему существенный вклад в развитие сельскохозяйственной метеорологии в Узбекистане и отдавший этой науке почти 60 лет своей жизни, исполнилось бы 80 лет. Коварная болезнь не пощадила этого замечательного человека.

После окончания в 1961 году Ташкентского гидрометеорологического техникума, выпускающий в те годы квалифицированных техников соответствующего профиля, Аъло Каюмходжаевич поступил в отдел агрометеорологии САНИГМИ техником-агрометеорологом. По совету своих старших товарищей по агрометеорологии, понявших его большое желание трудиться в выбранном направлении, он поступил учиться на вечернее отделение географического факультета Ташкентского государственного педагогического института имени Низами по специальности «Химия и биология». Выбор был вполне осознанный, так как он понимал неразрывную связь агрометеорологии с биологией. Видя у Аъло Каюмходжаевича склонность к научным исследованиям, ещё до окончания института, с разрешения руководства ГУГМС (Москва), он был переведён на должность младшего научного сотрудника.

После окончания института в 1966 г. А.К.Абдуллаев полностью погрузился в научную работу, проявляя свою заинтересованность и усердие в полевых и лабораторных исследованиях. Это стало надёжным фундаментом в его дальнейших агрометеорологических работах, преданность которым он сохранил до конца своих дней. В результате в 1972 г. им под руководством Ф.А.Муминова была защищена кандидатская диссертация на тему «Агрометеорологическая оценка влагосодержания хлопковых полей». В 1985 г. ему было присвоено звание старшего научного сотрудника по специальности «Метеорология, климатология, агрометеорология». В 2000 г. он успешно защитил докторскую диссертацию по географическим наукам на тему «Агрометеорологическая оценка и прогнозирование урожайности хлопка-сырца в Узбекистане». В 2018 году ему присвоено учёное звание «профессор».

Более 15 лет, вплоть до своей кончины А.К.Абдуллаев возглавлял Отдел мониторинга агроклиматических ресурсов и агроэкологии (ОМАКРиАЭ) НИГМИ при Узгидромете, успешно развивая исследования по широкому спектру сельскохозяйственной метеорологии.

А.К.Абдуллаев всегда отличался трудолюбием и ответственностью за качество своих исследований, за практическое применение их результатов в сельскохозяйственном производстве. В конце XX – начале XXI в. под его руководством и при личном участии в исследованиях были опубликованы монографии и научные труды на русском и государственном языках: «Агрометеорологическая оценка состояния и прогноз урожайности посевов хлопчатника в Узбекистане» (1997), «Тепловой режим и многолетние значения температуры почвы на различных глубинах на территории Узбекистана» (2008), «Агротехника хлопчатника, агроклиматические условия и ресурсы в

Узбекистане» (2009), «Агроклиматические условия, агротехнология и продуктивность хлопчатника в Узбекистане, применение метода ГИС-технологий в агрометеорологии и математические модели растительного покрова» (2011), «Методические указания по применению математической статистики для нахождения реляционных уравнений, использованию ЭВМ и географических информационных систем в агрометеорологии» (2009).

Научная деятельность А.К.Абдуллаева в последние годы была обращена к метеорологическим проблемам мирового сельского хозяйства. Под его руководством и непосредственном участии опубликованы научно-прикладные справочники «Рис, пшеница и хлопковое волокно в мире» (2005), «Производство хлопкового волокна в различных странах» (2006), «Многолетние значения метеорологических элементов по странам мира» (2007) и др.

Много времени А.К.Абдуллаев уделял педагогической деятельности. В течение ряда лет он читал лекции по агрометеорологии магистрантам кафедры физики атмосферы в Национальном университете Узбекистана (НУУз), руководил их магистерскими работами. Неоднократно был председателем Государственной аттестационной комиссии по защите выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций на географическом и физическом факультетах. Был членом Научного совета по присуждению учёных степеней при НИГМИ Узгидромета и неоднократно привлекался к работе Специализированного учёного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Кыргызско-Российского Славянского университета (г. Бишкек) в качестве члена совета и оппонента диссертационных работ.

Профессор А.К.Абдуллаев уделял большое внимание работе с магистрантами и аспирантами. Под его руководством защищены 10 магистерских и 1 кандидатская диссертации. Султошова Оролхон, защитившая диссертацию под его руководством, работает доцентом кафедры географии Каракалпакского государственного университета. Ее труд «Тепловой режим почвы в Узбекистане» был отмечен жюри конкурса «Илим юлдузи» («Звезда науки»), как «имеющий большое практическое значение по агрометеообеспечению сельского хозяйства и кадастровой оценки земель Каракалпакстана».

В соавторстве с коллегами А.К.Абдуллаевым опубликовано несколько учебников и учебных пособий на государственном языке по вопросам агрометеорологии, предназначенных для бакалавров и магистров агрономических факультетов вузов в области сельского хозяйства; биологических, географических факультетов, изучающих гидрометеорологические науки; для учеников, обучающихся в профессиональных колледжах метеорологического направления по специальностям «Агрометеорология» и «Сельское хозяйство».

В рамках международного сотрудничества под эгидой ООН А.К.Абдуллаев, как учёный – известный представитель узбекской агрометеорологии, работал научным советником (консультантом) во Вьетнаме в 1977-1978 годах и в Афганистане в 1979-1982 годах, подготавливая местных специалистов-агрометеорологов. Вместе с международными партнёрами им написаны научные работы по агрометеорологии, климатологии и агроклиматологии этих стран, опубликованные на английском и других языках.

А.К.Абдуллаевым опубликовано 185 научных работ, в том числе 10 монографий и 6 учебников.

А.К.Абдуллаев входил в состав экспертных групп в качестве докладчика и члена Комиссии по сельскохозяйственной метеорологии Всемирной метеорологической организации (ВМО), Региональной ассоциации ВМО РА-II (Азия). Вклад А.К.Абдуллаева в развитие сельскохозяйственной метеорологии признан не только в Узбекистане, но и мировым научным сообществом. В частности, в 2011 году Кембриджский университет в

Великобритании принял А.К.Абдуллаева в члены Почётного клуба «100 самых известных учёных мира» за его вклад в мировую агрометеорологию. В том же году учёный был награждён правительственным Памятным знаком «20-летие Независимости Республики Узбекистан».

Аъло Каюмходжаевич Абдуллаев ушёл из жизни в расцвете своих творческих сил, посвятив свой труд родному Узбекистану и молодому поколению исследователей в области сельскохозяйственной метеорологии. У него были большие планы на будущее. Добрая память о нашем наставнике, коллеге и друге надолго сохранится в памяти его учеников и в наших сердцах.

СЕРГЕЮ ВЛАДИМИРОВИЧУ МЯГКОВУ – 60 ЛЕТ!

Мягкову Сергею Владимировичу, заведующему отдела гидрологии Научно-исследовательского гидрометеорологического института (НИГМИ), доктору технических наук, в 2021 году исполнилось 60 лет.

С.В.Мягков родился в 1961 году в Ташкенте. Окончил среднюю школу в 1978 году и в том же году поступил в Ташкентский государственный университет. После окончания университета в 1983 году начал трудовую деятельность инженером-гидрологом в Среднеазиатском научно-исследовательском институте ирригации. В 1992 году С.В.Мягков получил степень кандидата технических наук, успешно защитив кандидатскую диссертацию по специальности – 06.01.02. «Мелиорация и орошаемое земледелие» на тему «Математическое моделирование водно-солевого режима орошаемых земель Хорезмской области и реки Амударья».

Мягков Сергей Владимирович работает в НИГМИ Узгидромета с 1 мая 1992 года, за это время он занимал должности научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией гидрологических прогнозов, заместителя директора НИГМИ по науке и международному сотрудничеству. С 2019 года по настоящее время работает заведующим отдела гидрологии НИГМИ.

С.В.Мягков в 2010 году успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Научно-методические принципы разработки технологических решений при построении информационных систем в гидрологии и орошаемом земледелии» и в 2011 году присвоена степень доктора технических наук по специальностям – 11.00.07 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия и 05.23.16 – Гидравлика и инженерная гидрология.

С.В.Мягков имеет большой опыт в научной работе, руководит выполнением научно-исследовательских тем, был организатором международных научно-практических семинаров и встреч, проводимых в Узгидромете и НИГМИ.

В качестве докладчика многократно приглашался на международные научные семинары и симпозиумы по проблемам гидрологии, водных ресурсов, изменения климата, опустынивания. Проходил обучение на международных курсах по гидрологии и управлению водными ресурсами за рубежом.

На всех занимаемых должностях С.В.Мягков проявил себя высококвалифицированным специалистом, хорошим организатором, целеустремленным руководителем. Он приложил много усилий по развитию международного научно-технического сотрудничества в области гидрометеорологии в Республике Узбекистан.

С.В.Мягков являлся советником по гидрологии постоянного представителя Республики Узбекистан в ВМО, Секретарем Национальной Комиссии Республики Узбекистан по Международной Гидрологической Программе ЮНЕСКО, членом Национальной Комиссии по ирригации и дренажу Республики Узбекистан, операционным координатором Глобального Экологического Фонда.

За успешную научную и производственную деятельность С.В.Мягков неоднократно награждался Почетными грамотами, премиями НИГМИ и Узгидромета. В 2001 году С.В.Мягкову присвоено звание «Отличник Гидрометслужбы Узбекистана». В 2011 году награжден памятным знаком «Ўзбекистон Республикаси мустақиллигига 20 йил».

С.В.Мягков постоянно повышает свои профессиональные и научные знания. Результаты его научных работ опубликованы в более чем 70 статьях, включая зарубежные периодические издания. Опубликована монография «Информационные системы в гидрологии и орошаемом земледелии» (2002 г). Как соавтор принимал участие в международном издании монографии «Глобальная оценка международных вод –



Аральское море» (2005 г.), монографии «Вода жизненно важный ресурс для будущего Узбекистана» (2007 г.) и монографии «Изменение климата и здоровье населения: влияние воды и погоды» (2020 г.).

Имеет патенты на разработанные программные продукты. Публикует в республиканских газетах научно-популярные и проблемные статьи по вопросам водных ресурсов и изменению климата.

Научные интересы С.В.Мягкова особенно проявились в решении проблем, связанных с использованием геоинформационных, компьютерных технологий и спутниковой информации, в решении гидрологических и экологических задач, в исследовании гидравлических процессов в реках с деформируемым руслом и математическим моделированием термодинамических процессов в завалах гляциальных озер.

Коллектив Научно-исследовательского гидрометеорологического института искренне поздравляет Мягкова Сергея Владимировича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, успехов в научной деятельности, мира и счастья в семейной жизни.